

GALILEO

RIVISTA DI INFORMAZIONE, ATTUALITÀ E CULTURA DEGLI INGEGNERI DI PADOVA

centosettantaquattro

3° FORUM TRAVE REP®

20 settembre 2005

Palazzo della Gran Guardia – Verona

Le strutture miste
acciaio-calcestruzzo-laterizio

**Nuovi orientamenti
nella ricerca
del prodotto-sistema
trave**

TRAVE rep®

PROGRAMMA DEL FORUM

Ing. Renzo Macaccaro: Presidente Collegio degli Ingegneri ed Architetti della Provincia di Verona
Saluto di benvenuto

Prof. Ing. Enzo Siviero: Direttore del Dipartimento di Costruzione dell'Architettura
Università IUAV di Venezia
Moderatore - Introduzione ai temi del forum

Prof. Ing. Julio Martinez Calzón: Direttore dello Studio di Ingegneria MC-2, Madrid - Spagna
L'architettura strutturale nelle costruzioni in acciaio-calcestruzzo.

Prof. Ing. Renato Vitaliani: Ordinario di Tecnica delle Costruzioni - Dipartimento di Costruzioni
e Trasporti - Facoltà di Ingegneria - Università di Padova
Il comportamento nel tempo delle strutture miste.

Ing. Gianni Bottone: Direttore Tecnico per i lavori nell'Area Romana - e Sud Italia Mario Engineering SpA
Caso applicativo 1: UBS Real Estate - Centro Direzionale a Milano.
Un cantiere complesso risolto in 14 mesi.

Ing. Marco Pigorini: Responsabile Opere Civil Estero dell'ATI NECSO S.A. - SALIN SpA - GHELLA SpA
Caso applicativo 2: la Trave Rep® nei lavori dell'Alta Velocità Ferroviaria del Nodo di Bologna.

Prof. Ing. Luigino Dori: Ordinario di Tecnica delle Costruzioni - Dipartimento di Architettura,
Costruzioni e Strutture - Facoltà di Ingegneria - Università Politecnica delle Marche
I ponti misti. Stato attuale e prospettive future.

Ing. Stefano Zanatta: Dirigente dell'Impresa Carion Gav. Angelo SpA
Caso applicativo 3: realizzazione di autorimessa interrata a tre piani presso il
comparto dell'ex Ospedale San Leonardo di Treviso.
Il sistema top-down.

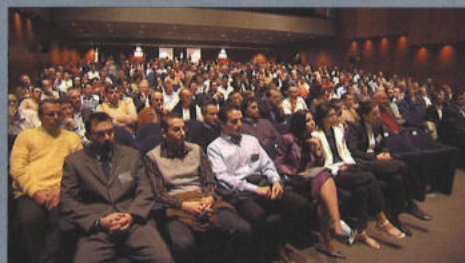
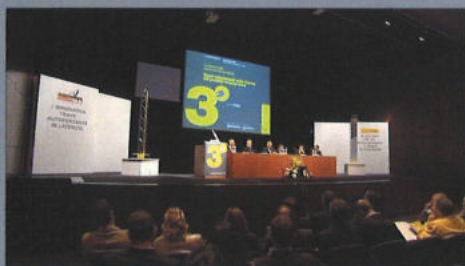
Franco Daniele: Direttore Commerciale Tecnostutture Srl
La novità Ratfile® per i solai in cotto. Un progetto di ricerca e sviluppo.

Prof. Arch. Adolfo Baratta: Titolare della Cattedra di Tecnologia dei Materiali e degli Elementi
Costruttivi - Facoltà di Architettura - Università di Firenze
Le qualità ambientali del laterizio.

Dott. Eugenio De Carlo: Dirigente Medico presso la Clinica Medica III
Azienda Ospedaliera - Università di Padova
Laterizio: i vantaggi per la salute.

Prof. Ing. Enzo Siviero: Direttore del Dipartimento di Costruzione dell'Architettura
Università IUAV di Venezia
Il rapporto Università e Azienda.

atti del convegno



il 3° Forum Trave Rep® è organizzato da

Tecnostutture®
rep.tecnostuttureesrl.it

In collaborazione con

**COLLEGIO DEGLI INGEGNERI
ED ARCHITETTI DELLA PROVINCIA
DI VERONA**

Si ringrazia

Dipartimento di Costruzione
dell'Architettura
Università IUAV di Venezia

IKT®
Dipartimento di Costruzioni e Trasporti
Facoltà di Ingegneria
Università di Padova

Dipartimento di Architettura,
Costruzioni e Strutture
Facoltà di Ingegneria
Università Politecnica delle Marche

Segreteria organizzativa
CALT Relazioni Pubbliche
Tel. +39 0432 229177
Fax +39 0432 229672
forumtrave@caltrp.it





ASCENSORI - SCALE MOBILI PARCHEGGI AUTOMATIZZATI

La nostra azienda ha raggiunto un altro traguardo importante; dopo essersi certificata secondo le norme UNI EN ISO 9000 il 28.04.1994, ha ottenuto il 16.03.1999, il riconoscimento del rispetto dei requisiti specificati nell'all. XIII della Direttiva 95/16/CE dall'IMQ. Questa certificazione permette alla VERGATI, tra le prime aziende in Italia, di collaudare gli ascensori senza dover rispettare l'Ente omologatore (ISPESI, Ispettorato del lavoro).

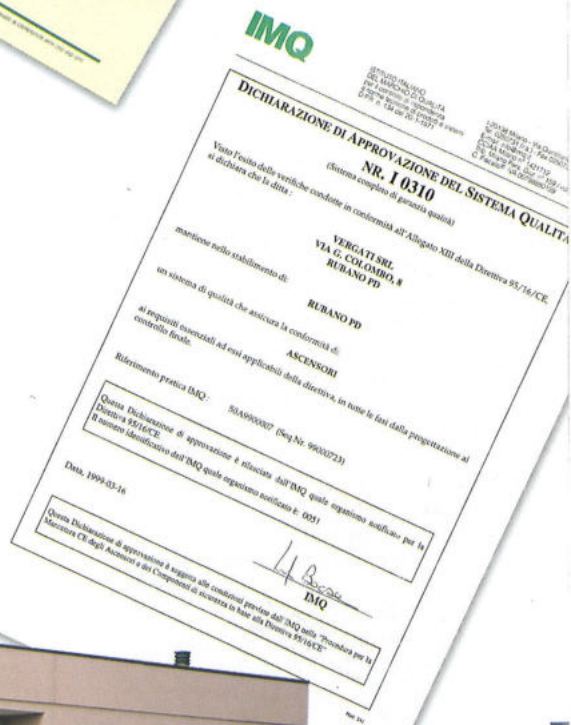
In oltre 20 anni di attività abbiamo affinato il know-how e le risorse che permettono di inserire in qualsiasi stabile un ascensore che porti la firma VERGATI.

Sappiamo risolvere qualsiasi problema: dalla piccola abitazione privata al grande appalto (l'azienda è iscritta all'Albo Nazionale Costruttori cat. 5D per 1,5 mld).

La gamma di prodotti comprende: montavivande per mense, montacarichi per uso industriale, ascensori di tutti i tipi compresi i panoramici, servoscale per disabili, scale e tappeti mobili, parcheggi automatizzati.

La nostra sede operativa si trova a Rubano, a pochi chilometri da Padova e Vicenza, in un'area coperta di circa 1000 mq.

Un'ampia sala espositiva di cabine e pulsantiere permette al cliente di scegliere il materiale più gradito e personalizzare l'ascensore secondo il proprio gusto. I nostri uffici tecnici e commerciali sono a disposizione per l'elaborazione di progetti e offerte di fornitura.





Anno IXX
n. 174
Febbraio-Marzo
2006

Editore Collegio degli Ingegneri della Provincia di Padova, piazza G. Salvemini 2, 35131 Padova, tel e fax 0498756160, www.collegioingegneripadova.it, segreteria@collegioingegneripadova.it • **Direttore responsabile** Enzo Siviero, progeest@tiscali.it • **Codirettore** Pasqualino Boschetto, pasqualino.boschetto@unipd.it • **Comitato di gestione** Fabio Bonfà, Guido Cassella, Stefano Casarotti-Todeschini, Enzo Siviero • **Comitato di redazione** Pierantonio Barizza, Pasqualino Boschetto, Paolo Caporello, Luigi Casalucci, Paolo Foletto, Giuliano Marella, Paolo Monteforte, Sara Orio, Lidia Pelli, Giorgio Romaro, Giorgio Simioni, Francesco Spolaore, Filippo Squarcina, Pierangelo Valerio • **Impaginazione, redazione** Queen's Srl, via Zabarella 8, 35121 Padova, tel/fax 0498759328, 3296381227, redazione@galileo.191.it • **Pubbliche relazioni** Giorgia Roviato, tel/fax 049/8070956, g.roviato@virgilio.it • **Stampa** La Photograph, via L. da Zara 8, 35020 Albignasego, Pd, telefono 0498 625690, fax 0498 625691 • **Autorizzazione** Tribunale di Padova n. 1118 del 15 marzo 1989 • **Spedizione** in abbonamento postale 45%, art. 2, comma 20/b, legge 662/96, Filiale di Padova • **ISSN** 1122-9160 • **Avvertenze** La Direzione non si assume alcuna responsabilità per eventuali danni causati da informazioni errate. Gli articoli firmati esprimono solo l'opinione dell'autore e non impegnano in alcun modo né l'editore né la redazione • **Tutela della privacy** Qualora siano allegati alla rivista, o in essa contenuti, questionari oppure cartoline commerciali, si rende noto che i dati trasmessi verranno impiegati a scopo di indagine di mercato e di contatto commerciale, ex D.L. 123/97. Si informano gli abbonati che il loro indirizzo potrà essere impiegato anche per l'inoltro di altre riviste o di proposte commerciali. È diritto dell'interessato richiedere la cancellazione o la rettifica, ai sensi della L. 675/96.

Norme generali e informazioni per gli autori

Galileo pubblica articoli di ingegneria, architettura, legislazione e normativa tecnica, attualità, redazionali promozionali. Viene inviato gratuitamente agli iscritti all'Ordine e al Collegio degli Ingegneri della provincia di Padova, nonché a persone, enti e istituzioni selezionati su tutto il territorio nazionale. Iscrizione annuale al Collegio, aperta anche ai non ingegneri: 30 Euro da versare sul c/c 473045, Banca di Credito Cooperativo di Sant'Elena, Agenzia di Padova, ABI 08843, CAB 12100. Gli articoli vanno inviati a: redazione@galileo.191.it. L'approvazione per la stampa spetta al Direttore che si riserva la facoltà di modificare il testo nella forma per uniformarlo alle caratteristiche e agli scopi della Rivista dandone informazione all'Autore. La proprietà letteraria e la responsabilità sono dell'Autore. Gli articoli accettati sono pubblicati gratuitamente purché non superino i cinquemila caratteri e le cinque illustrazioni. Per testi superiori viene richiesto un contributo spese da valutare volta per volta. Tutte le illustrazioni – anche le fotografie – devono essere fornite in originale e avere un'unica numerazione consecutiva. Le immagini in formato digitale devono essere fornite in file singoli separati, non incapsulati nel testo. Bibliografia e note vanno riportate con numerazione progressiva seguendo l'ordine di citazione. Un breve curriculum professionale dell'autore (circa 60 parole) può essere inserito alla fine dell'articolo e comparirà nella stampa. Le bozze di stampa vanno restituite entro tre giorni dall'invio. Gli Autori possono ritirare a titolo gratuito tre copie della rivista, ulteriori copie (2,50 Euro a copia) possono essere richieste a pagamento alla Segreteria del Collegio degli Ingegneri, tel e fax 049 8756160, e-mail: segreteria@collegioingegneripadova.it.

Speciale **3° Forum Trave Rep®** **Palazzo della Gran Guardia** **Verona, 20 settembre 2005**

Saluto di Benvenuto

Renzo Macaccaro

5

Introduzione

Enzo Siviero

5

Il rapporto tra Università e Azienda

Enzo Siviero, Alberto Zanchettin

6

L'architettura strutturale nella costruzione mista acciaio-calcestruzzo

Julio Martinez Calzón

8

Sul comportamento delle strutture miste

Renato Vitaliani

12

Centro Direzionale a Milano

Un cantiere complesso durato 14 mesi

Gianni Botteon

14

Lavori dell'Alta Velocità ferroviaria nel nodo di Bologna

Marco Pigorini

18

I ponti misti: stato attuale e prospettive future

Luigino Dezi

20

Ex Ospedale S. Leonardo, Treviso

Realizzazione di autorimessa interrata a tre piani

Il sistema top-down

Stefano Zanatta

28

La novità Ratfile® per i solai in cotto

Un progetto di ricerca e sviluppo

Franco Daniele

32

Le qualità ambientali del laterizio

Adolfo Baratta

36

Laterizio. I vantaggi per la salute

Eugenio De Carlo

40

La nuova normativa sul risparmio energetico degli edifici: Il ruolo del progettista e degli Enti locali

A cura di Licia Barbarotto

44

La Bacheca del Collegio

A cura di Pierantonio Barizza

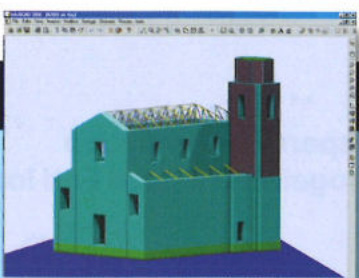
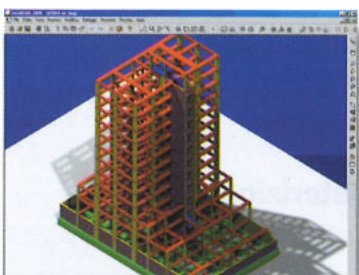
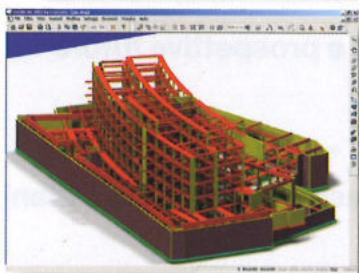
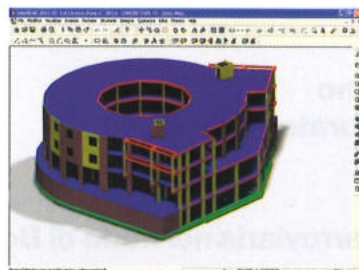
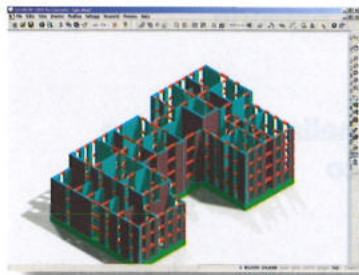
46



SismiCad 11.

Completo, potente, facile.

E lo scoprirete anche conveniente.



Prestazioni al Top e rigore formale.

SismiCad è un programma di calcolo strutturale per elementi in cemento armato, murature, acciaio e legno. In SismiCad11, la nuova versione totalmente riscritta di SismiCad, troverete moltissime novità. Eccone alcune:

- niente fili;
- input semplificato;
- sparse solver;
- nuove relazioni di calcolo;
- ...e tanto altro ancora.

Nuovo SismiCad11.
Ti sorprenderà per la sua semplicità.

SismiCadUndici
L'evoluzione.



Siamo presenti a Edil Levante Costruire 2006 Bari dal 25 al 28 maggio



Siamo presenti a Restructura Genova 2006 Genova dal 25 al 28 maggio

Concrete srl via della Pieve, 19 - 35121 - Padova - tif 049 87 54 720 fx 049 87 55 23

concrete
structural engineering software

Valuta le caratteristiche tecniche : www.concrete.it/doc/sismicad11.pdf

Scarica la versione dimostrativa : www.concrete.it/sismicad11

Richiedi un'offerta commerciale : 049 8754720
commercial@concrete.it

Saluto di benvenuto

Renzo Macaccaro

**Presidente Collegio degli Ingegneri
ed Architetti della Provincia di Verona**

È con grande piacere che apro i lavori di questo Terzo Forum Trave Rep®, in una sala così prestigiosa e con un pubblico di tecnici esperti così numeroso.

Porgo i saluti miei personali e del Consiglio Direttivo del Collegio degli Ingegneri e Architetti della Provincia di Verona.

L'idea di organizzare questo incontro risale all'anno scorso. A settembre in occasione del secondo forum Trave Rep® tenutosi a Mezzocorona, con il direttore Franco Daniele abbiamo valutato la possibilità di portare a Verona degli illustri relatori. Anche in relazione al dibattito in atto sulla legge sismica, abbiamo ritenuto di poter approfondire gli argomenti con gli stessi relatori e con progettisti di fama internazionale, oggi qui presenti.

Evidentemente anche le numerose adesioni e il pubblico in sala dimostrano l'apprezzamento per la qualità dei relatori che abbiamo invitato e gli argomenti che tratteremo.

Chiaramente, organizzando questo tipo d'incontri, abbiamo sempre la speranza che vengano fornite notizie aggiornate sulla situazione della normativa nazionale nel settore delle costruzioni, in particolare sui documenti che sono oggi sul tavolo: il Testo Unico sulle Costruzioni, l'Ordinanza della Protezione Civile, gli Euro Codici, con particolare riferimento alle zone sismiche.

Conoscendo personalmente alcuni relatori, sono sicuro che i temi oggi in discussione daranno sicuramente molti spunti per affrontare anche l'argomento sismico.

Ringrazio tutti i relatori, in particolare l'amico professor Siviero, spesso presente nei nostri incontri, che oggi farà da moderatore. •



Introduzione

Enzo Siviero

**Direttore del Dipartimento
di Costruzione dell'Architettura
Università IUAV di Venezia**

È sempre una grande soddisfazione partecipare a iniziative di questo genere, soprattutto quando a promuoverle sono aziende che dimostrano concretamente col loro impegno che l'attività progettuale e l'attività industriale, il mondo della ricerca e il mondo scientifico e professionale possono e devono lavorare insieme.

Questa è la terza occasione che abbiamo di incontrarci sull'argomento della Trave Rep® e oggi in un ambito particolarmente prestigioso quale è la città di Verona e con un taglio ancora più articolato degli incontri precedenti.

Accanto a quelli che definirei i relatori «classici» – mi riferisco non solo al professor Vitaliani, da sempre presente, ma anche agli altri stimati relatori del mondo professionale e imprenditoriale – abbiamo con noi due personaggi estremamente significativi non solo del mondo dei ponti, ma in generale di quella che io amo chiamare «architettura strutturale».

Desidero presentare il professor Martinez Calzón, al quale mi lega un'amicizia profonda ormai quasi decennale, la cui abilità tecnica, cultura e sensibilità formale non hanno bisogno di presentazioni e appariranno in tutta la loro ampiezza in un volume di prossima uscita.

Il libro, curato tra gli altri anche da una mia allieva, Paola Moschini, da alcuni anni collaboratrice di Julio, dimostra una volta di più la capacità delle istituzioni spagnole di saper valorizzare le figure dell'ingegneria, diversamente da quanto avviene invece in Italia, dove non è ancora diffusa la considerazione dell'opera ingegneristica sotto l'aspetto creativo e formale.

Il professor Luigino Dezi, amico di ben più vecchia data, è professore Ordinario di Tecnica delle Costruzioni e copre l'insegnamento di «Ponti» all'Università Politecnica delle Marche.

Entrambi questi relatori daranno una dimostrazione di un modo di operare che non eccede nel formalismo o in quel leziosismo che si sta diffondendo soprattutto per opera di alcuni architetti che io amo definire «grandi star» e che non pochi problemi danno non solo agli ingegneri, ma anche ai committenti. Costruzione, progetto e realizzazione sono intimamente connessi e il risultato finale non è mero avanzamento tecnologico, anche se questo avanzamento è in realtà il nostro intento, ma anche un modo di esprimere la cultura del nostro fare. Noi ingegneri possediamo – e dobbiamo dimostrarlo sempre di più – la cultura tecnica che ci viene dai maestri del passato che molte cose hanno ancora da raccontarci perché nella loro opera affondano le nostre radici. •

Il rapporto tra Università e Azienda

Il rapporto di collaborazione tra le università e le aziende si sta rivelando negli ultimi anni un valido strumento, forniere di vantaggi per tutte le entità coinvolte: da un lato le università, che vedono progressivamente ridursi i fondi pubblici a esse destinate, hanno, attraverso un supporto economico esterno, la possibilità di continuare a svolgere l'attività principale che dovrebbe contraddistinguerla, ovvero la ricerca; dall'altra le aziende, che devono far fronte a competitori sempre più agguerriti, anche esteri, riescono a immettere nel mercato prodotti di alto valore tecnico, grazie alle consulenze di studiosi esperti. Purtroppo la nostra realtà territoriale, caratterizzata da un background diffuso di piccole e medie aziende, spesso a proprietà familiare, non ha ancora accolto pienamente questo concetto.

La Tecnostrutture, in questo senso, è una felice eccezione, in quanto da alcuni anni si avvale delle consulenze dello IUAV di Venezia, e più recentemente, anche di quella della Facoltà di Ingegneria della Università di Padova. La stessa organizzazione del Congresso oggetto di questa pubblicazione è un esempio di collaborazione tra l'istituto di didattica e l'azienda.

Si può sostenere che il sopracitato rapporto, per quel che concerne lo IUAV, è sviluppato su due aspetti:

- quello tecnico, volto allo studio di temi differenti, quali la valutazione della efficacia della sovrapposizione dei tralicci sugli appoggi intermedi per garantire la continuità (trasferimento degli sforzi da un traliccio al successivo), nonché, in cooperazione con la Università di Padova, allo studio e allo sviluppo di nuovi brevetti;
- quello formale, ovvero la ricerca di ambiti di utilizzo della trave Rep® differenti da quelli usuali, ad esempio nelle strutture da ponte.

Su quest'ultimo aspetto ci si desidera soffermare, in quanto rappresenta una tematica più squisitamente propria di un'università di architettura e in quanto esplora un campo con notevoli possibilità di sviluppo, ovvero di realizzare prototipi di travi Rep® di largo utilizzo per infrastrutture. Il dipartimento di Costruzione dell'Architettura è negli ultimi anni impegnato nella ricerca di tipologie costruttive che vadano oltre lo schema di trave rettilinea semplicemente appoggiata, ma che utilizzino il brevetto Rep® per applicazioni maggiormente specializzate.

Di seguito sono illustrati brevemente studi e opere realizzati mediante il brevetto Rep®.

Enzo Siviero
Alberto Zanchettin
Università IUAV di Venezia

Esempi di studi e realizzazioni di infrastrutture con il brevetto Rep®

Ponte sulla Piave Vecchia a S. Donà di Piave (Venezia), 2002

L'opera si inserisce all'interno della variante della SS14 di S. Donà di Piave, proposta con lo scopo di risolvere i consistenti problemi di traffico che ne interessano il centro abitato.

Il ponte, a via superiore, è a struttura mista acciaio-calcestruzzo, è lungo 63 m ed è sorretto da un arco di 45 m di luce.

L'impalcato, largo 14.5 metri, è in sezione piena baulata e ha uno spessore variabile da un massimo di 93 cm in mezzzeria a 82 cm all'estremità.

L'arco è realizzato con getto in opera su travi Rep®, come evidenziato nella figura 1. Ogni trave, opportunamente sagomata per garantire il rispetto della linea di intradosso dell'arco, è costituita da un fondello e da 8 barre, $\varnothing 26$ in acciaio Fe510 correnti inferiori e superiori.

Montanti e diagonali hanno un diametro variabile da un minimo di 20 mm (in corrispondenza delle zone di campata) a un massimo di 30 (in prossimità degli appoggi dove si sviluppano elevati valori di compressione sulle aste e quindi si possono instaurare problemi di instabilità dell'equilibrio).

Complessivamente l'arco, a due cerniere, ha uno spessore costante pari ad 1 metro e una larghezza di 9 metri, pari a 15 travi accostate.

La spinta orizzontale prodotta dall'arco è assorbita in parte dalle fondazioni, in parte dall'impalcato sovrastante, che funge da catena.

L'impalcato, gettato in opera con 10 tubi di alleggerimento in pvc del diametro di 35.5 cm disposti internamente, è pre-compresso con cavi scorrevoli formati da 11 trefoli da 0.6'', dimensionata per resistere ai carichi accidentali e ai sovraccarichi permanenti derivanti dalla costruzione delle ali laterali. In prossimità della mezzzeria arco inferiore e impalcato si compenetrano.

Per quel che riguarda l'esecuzione dell'opera, la semplicità dello schema strutturale e l'utilizzo del brevetto Rep® hanno permesso di effettuare in soli 45 giorni l'intero processo di montaggio di arco ed impalcato con l'utilizzo di due soli puntelli provvisori.

Ponte Canale Nuovissimo a Chioggia, Venezia, 2005

Il ponte sul Canale Nuovissimo a Chioggia è una opera di scavalco per un canale di fitodepurazione in località Chioggia, in provincia di Venezia (figura 2). Le dimensioni piuttosto contenute della struttura, con luce di circa 36 m,



1. Ponte sulla Piave Vecchia.

non hanno impedito la scelta da parte del progettista di un'elegante forma a semiarco.

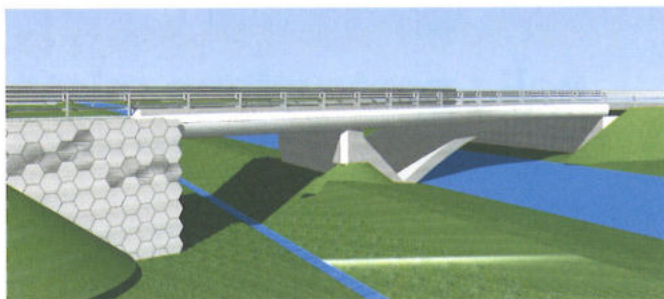
Al fine di ridurre il costo complessivo dell'opera tuttavia si è studiata una soluzione che prevedeva per l'arco l'utilizzo di travi Rep®: la forma a semiarco della struttura e l'asse fortemente sghembo rispetto al canale rendevano costosa e lunga in termini di tempo una realizzazione completamente in opera. Le travi Rep® invece, realizzate in officina nella forma desiderata con apposita calandratura, semplificavano enormemente il problema del montaggio, prevedendo l'utilizzo di un solo puntello provvisorio a supporto del semiarco.

Studio per la variante al ponte stradale sul fiume Piave a S. Donà di Piave, Venezia

Il ponte stradale sul fiume Piave è situato nella zona sud della cittadina di S. Donà di Piave, interessata da un elevato traffico veicolare ma inserita in un contesto fortemente rurale; l'opera ha dimensioni ragguardevoli, con sviluppo complessivo di 540 m costituito da cinque campate ad arco ribassato, con luce tra gli assi variabile da 90 a 100 m e freccia di 7.30 m.

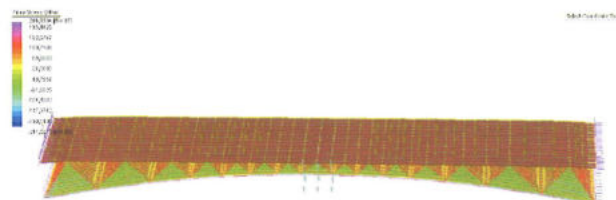
La soluzione di progetto, parzialmente costruita, prevedeva la realizzazione di una struttura monolitica totalmente in cemento armato precompresso. Per ragioni strettamente connesse all'impresa realizzatrice, i lavori di tale importante opera sono rimasti bloccati per alcuni anni.

Recentemente, grazie all'intervento dell'ANAS, e con una nuova impresa costruttrice, si prevede di effettuarne il completamento. Tuttavia c'è stato spazio per il progettista di realizzare alcune varianti al progetto originale: si è infatti proposta la realizzazione di una struttura mista, che permettesse, fatto salvo il mantenimento delle qualità estetiche dell'opera, di ottenere una consistente riduzione di peso, con benefici sotto il punto di vista del compor-



2. Rendering del ponte sul canale Nuovissimo.

STRESS NELLA CONDIZIONE DI CARICO PIÙ GRAVOSA



3. Studio con impiego di traliccio Rep® con codice di calcolo Straus.

tamento sismico della struttura, nonché del costo complessivo delle strutture provvisorie di sostegno.

Una delle soluzioni studiate prevede, per la zona centrale di ciascuna campata, l'introduzione di un traliccio Rep® inferiore a vista con soletta superiore di completamento, come schematizzato in figura 3.

La soluzione studiata ha evidenziato dei vantaggi, in particolare una forte riduzione di peso che permette l'adeguamento alle normative sismiche, accanto ad alcune problematiche legate al possibile sbandamento dei montanti diagonali del traliccio, che suggeriscono uno studio più approfondito della tematica.

Conclusioni

Il brevetto della trave Rep® si è dimostrato, attraverso studi e opere realizzate, uno strumento versatile anche per le infrastrutture, in particolare quando queste presentino un qualche grado di originalità strutturale e di forma.

L'utilizzo di queste travi, se correttamente studiato, può garantire un alto controllo della qualità (saldature), tempi di montaggio contenuti, possibili riduzione di costo grazie al contenimento delle strutture provvisorie e possibili riduzioni di peso.

Uno degli obiettivi principali per il futuro è lo studio di strutture semplici e di chiara ripetitività da utilizzare, ad esempio, nel sovrappasso di strade e autostrade, che impieghino il brevetto Rep®.

In quest'ottica, la collaborazione tra la Tecnostrutture e l'Università di Architettura di Venezia, realizzata anche attraverso l'offerta di un assegno di ricerca di durata annuale, rappresenta un valido strumento di miglioramento per tutti i soggetti coinvolti. •

L'architettura strutturale nella costruzione mista acciaio-calcestruzzo

Julio Martinez Calzón

**Direttore dello Studio di Ingegneria MC-2
Madrid**

Dal 1962 ho dedicato gran parte della mia vita professionale allo studio e alla sperimentazione della costruzione mista acciaio-calcestruzzo. Da un lato si perseguiva l'idea di poter realizzare strutture più o meno complesse e spettacolari, che competessero sia dal punto di vista economico che costruttivo con le tradizionali soluzioni in acciaio o calcestruzzo, e dall'altro poter far sì che le caratteristiche specifiche dei sistemi misti portassero, in maniera efficace e completa, ad una proposta architettonica innovativa nel campo edilizio e in quello dei ponti.

Nell'ambito dell'architettura strutturale ritengo che gli apporti offerti dalla tecnica mista acciaio-calcestruzzo si possano condensare fondamentalmente nei seguenti concetti base:

- simbiosi tra i materiali acciaio e calcestruzzo;
- nuove proporzioni;
- alleggerimento e massimo utilizzo dello spazio;
- processi costruttivi.

Attraverso esempi del recente passato, attuali e di alcune idee orientate al futuro, spiego il gran potenziale custodito in questi sistemi, che la nostra creatività è chiamata a valorizzare.

Simbiosi tra materiali acciaio e calcestruzzo

Far lavorare assieme i due materiali che hanno dominato, grazie a una continua evoluzione data dalla ricerca e dalla sperimentazione, la costruzione del XX secolo e forse anche del XXI secolo, determina un'efficace combinazione non solo resistente ma anche dal punto di vista realizzativo, di protezione e di durabilità. Infatti ciascuno dei due materiali apporta in modo complementare le qualità che non possiede l'altro, offrendo inoltre nuovi schemi estetici che si basano sul rapporto tra le caratteristiche cromatico-texturali e di forma dei due materiali.



Travi miste con anima ricoperta.



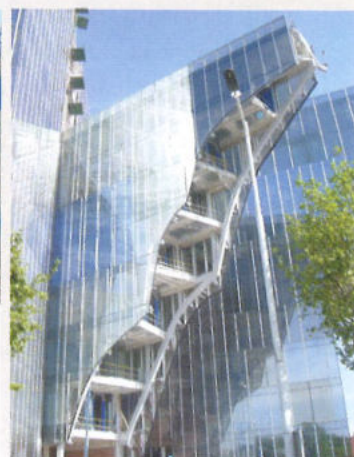
Travi miste pre-comprese NEXTEN tipo I.



Edificio residenziale con travi miste pre-comprese NEXTEN tipo II.



Torre Mare Nostrum - Gas Natural a Barcellona.



Nuove proporzioni

Le altezze e gli spessori delle sezioni miste sono minori rispetto a quelle in calcestruzzo e dello stesso ordine di grandezza di quelle metalliche, a differenza delle quali però non presentano le sfavorevoli condizioni di freccia, vibrazione o instabilità. Questo comporta la riduzione dell'altezza degli edifici, e di conseguenza della superficie della facciata e dello sviluppo delle installazioni; o l'incremento del numero di piani, fissata un'altezza limite data dalla normativa, con un importante effetto economico; o ancora nell'interrato, la riduzione della profondità degli scavi e delle spinte del terreno, anche in questo caso con evidenti vantaggi economici.

Per quanto riguarda i pilastri, la maggior snellezza delle sezioni composte rispetto a quelle di calcestruzzo e l'eliminazione delle protezioni di cui hanno bisogno le strutture metalliche, permette di avere una superficie utile maggiore dell'edificio definendo uno spazio estetico e attuale.



Teatro del Canal a Madrid (travi miste a sbalzo).



Torre Espacio a Madrid (grandi travi reticolari miste).

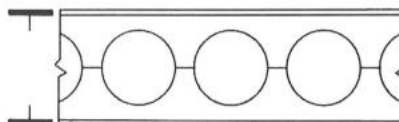


Pabellón Madrid Arena (sopra: vista esterna in costruzione; a fianco: vista interna).

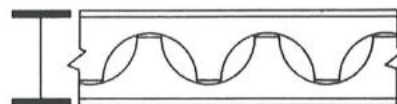


Alleggerimenti e massimo utilizzo dello spazio

L'utilizzo di profili alleggeriti tipo Boyd o cellulari, di strutture leggere reticolari o la pratica di fori circolari o rettangolari nei profili di anima piena permette un'ottima convivenza spaziale tra gli elementi strutturali e gli apparati di installazione. Questo, oltre ad economizzare la struttura, porta a ridurre al minimo lo spessore del pacchetto funzionale di ciascun piano, ottenendo gli stessi vantaggi segnalati al punto precedente.



Travi alveolari (disposizione iniziale).



Travi alveolari (taglio a partire dal profilo iniziale).



Solai misti nell'edificio Torre Mare Nostrum - Gas Natural a Barcellona.



Saldatura delle due metà del profilo alveolare.

Processi costruttivi

L'alta capacità autoportante degli elementi metallici nei sistemi misti consente innumerevoli possibilità costruttive molto importanti in grandi strutture:

Metodo ascendente-discendente

Edificio Boulevard Rosa a Barcellona
(esecuzione ascendente-discendente).



Elevazione auto-generativa di sistemi metallici parziali o completi, da completarsi successivamente con il getto di calcestruzzo

Torre di Collserola a Barcellona (fase d'elevazione e configurazione finale).



Appoggi leggeri e semplici di grandi sistemi metallici che poi si completano in maniera veloce ed efficace



Edificio Torre Mare Nostrum - Gas Natural a Barcellona (processo costruttivo dell'edificio «Portaerei»).



La progettazione dei ponti

Il progetto di ponti è una parte fondamentale del mio lavoro. Vorrei quindi terminare questa testo mostrando come ho tentato molte volte di applicare al progetto dei ponti concetti architettonici: attraverso l'uso integrato e qualificato delle proprietà dell'acciaio e del calcestruzzo o insieme ad altri aspetti più complessi, di carattere scultoreo, storico, cromatico ecc., per cercare di ottenere una nuova immagine di bellezza per queste meravigliose opere.



Puente de Santa Lucia a Montevideo (Uruguay).



Puente de Tortosa sul fiume Ebro.



Puente del Arenal sul fiume Guadalquivir.



Puente del Diablo a Martorell (Barcellona).



Quarto ponte sul fiume Urumea a San Sebastián.



Puente de Las Américas. Montevideo (Uruguay).

Sul comportamento delle strutture miste

Renato Vitaliani
Ordinario di Tecnica delle Costruzioni
Dipartimento Costruzioni e Trasporti
Università degli Studi di Padova

In questo intervento si parlerà del comportamento delle strutture miste e in particolare della possibilità di realizzare delle strutture nelle quali l'acciaio e il calcestruzzo collaborano in maniera ottimale, sfruttando il meccanismo resistente ad arco che si ottiene portando il tirante in acciaio al di fuori della massa di calcestruzzo. Vedremo che tale soluzione può consentire la realizzazione di strutture resistenti e anche durevoli, perché l'avere l'acciaio sempre in vista ne rende estremamente facile la manutenzione e rimuove all'origine tutte le problematiche legate al degrado del calcestruzzo armato per l'insorgere di fenomeni corrosivi nell'acciaio. I contenuti dell'esposizione derivano dagli studi sperimentali condotti dall'ISIS (Canadian Research Network) e presentati da Aftab A. Mufti, Presidente e Program Leader dell'ISIS, nell'ambito del Congresso CONMAT '05 tenutosi a Vancouver dal 22 al 24 agosto '05.

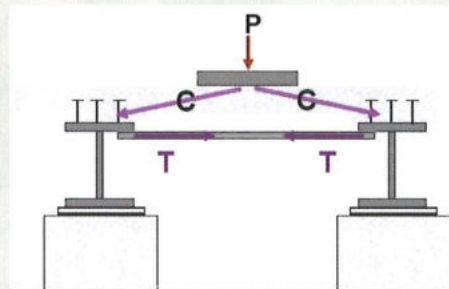
In figura 1 si riporta un emblematico esempio di una struttura in c.a., una passerella sopra un canale artificiale, fortemente degradata. Tutta la massa di calcestruzzo inferiore si è distaccata per fenomeni combinati di gelo-disgelo e corrosione delle armature, ma la struttura mantiene la sua funzionalità per la formazione di un meccanismo resistente arco-tirante. La compressione nella massa di calcestruzzo che forma l'arco impedisce le fessurazioni e quindi ne aumenta la durabilità, impedendone il distacco dall'armatura. L'acciaio, pur se corrosivo e quindi di sezione ridotta, è ancora in grado di assicurare la necessaria resistenza a trazione.

La proposta dell'ISIS è stata quella di realizzare degli impalcati da ponte in struttura mista nei quali nella sezione trasversale il meccanismo resistente è di tipo «strut and tie». Tale meccanismo è stato realizzato in ponti di sezione classica costituiti da travi longitudinali in acciaio all'intradosso, che usualmente realizzano l'autoportanza in prima fase, e soletta di completamento in calcestruzzo. L'arco si realizza in senso trasversale all'impalcato con l'inserimento di opportune catene in acciaio posizionate al di sotto della soletta di calcestruzzo e collegate alle ali superiori delle travi. Dei classici pioli saldati all'ala superiore assicurano la trasmissione dello sforzo di interfaccia fra i due materiali. Lo schema del sistema resistente è riportato in figura 2, mentre in figura 3 vi è il disegno e una foto del campione di prova sperimentale.

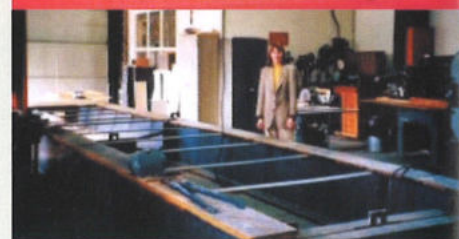
Tale soluzione porta svariati vantaggi rispetto alla soluzione tradizionale. Innanzitutto consente di portare l'armatura all'esterno del calcestruzzo, in una posizione dove è protetta dalla soletta superiore, rendendone facile l'ispezione e la manutenzione. Inoltre consente di aumentare il braccio delle forze interne aumentando, a parità di spessore di calcestruzzo e di quantità di armatura, la resistenza della



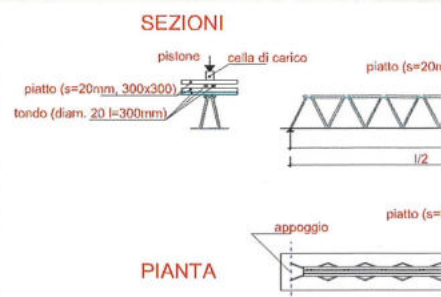
1. Effetto arco in un elemento di c.a. fortemente degradato.



2. Schema resistente nella sezione trasversale del ponte.

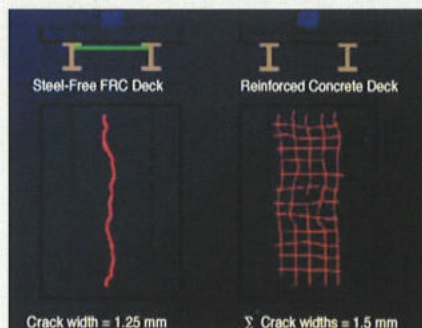


3. Disegno e foto della soletta oggetto di indagine sperimentale.

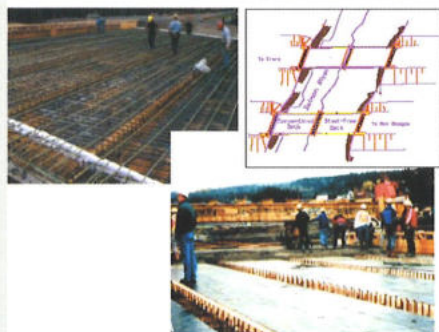




4. Modalità di rottura del campione di prova.



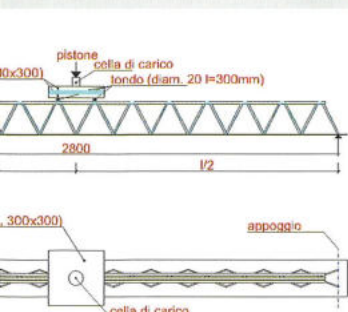
5. Confronto del quadro fessurativo riscontrato al termine di una prova ciclica.



6. Pianta e foto del Salmon Ridge River.



7. Fessurazioni all'intradosso dell'impalcato realizzato senza armatura inglobata.



8. Schema delle prove di laboratorio in corso su travi Rep®.

soletta. Infine porta ad un risparmio di acciaio perché utilizza anche per fase di esercizio finale il medesimo controvento superiore che comunque in tali tipologie di ponte deve essere realizzato per rendere la struttura stabile nella fase transitoria.

I risultati ottenuti dagli studiosi canadesi sono stati molto incoraggianti. Soggetta ad una serie di carichi concentrati atti a simulare l'effetto delle ruote dei mezzi pesanti la soletta così realizzata ha mostrato una modalità di rottura con unica fessura longitudinale centrale all'intradosso della soletta, mentre all'estradosso la rottura si è manifestata con l'espulsione di aree localizzate di materiale (figura 4). Il valore di carico di rottura è stato di 1128 kN, cioè pari quasi al doppio del valore del carico di normativa trasmesso dalla singola ruota (600 kN) per la quale la struttura era stata progettata.

Prove sperimentali eseguite con carichi ciclici hanno condotto a risultati sostanzialmente simili. Nelle solette con armatura esterna è stata riscontrata la formazione di un'unica fessura di larghezza 1.25 mm, leggermente inferiore alla sommatoria delle larghezze delle varie fessure ottenute in una soletta con armatura tradizionale, pari a 1.50 mm. La relativamente grande ampiezza di fessura formatasi nella soletta con armatura esterna è comunque pienamente lecita in ragione dell'assenza di armatura cui dover assicurare protezione dalla corrosione.

Visti i confortanti risultati ottenuti sui campioni, dalla fase di studio su campioni l'ISIS ha sostenuto le prime applicazioni pratiche, realizzando il nuovo viadotto sul Salmon Ridge River per metà con la tecnica tradizionale e per l'altra metà con la tecnica innovativa.

Il ponte è continuamente ed estensivamente monitorato e fino ad ora ha dimostrato un comportamento strutturale soddisfacente e in linea con le previsioni di progetto. La mappatura delle fessurazioni riscontrata all'intradosso dell'impalcato realizzato con sola armatura esterna è riportata in figura 7 e risulta essere conforme ai risultati ottenuti nelle prove di laboratorio.

La nuova tecnica, ben rappresentata in figura 6, si è dimostrata pertanto essere molto appetibile anche per la facilità esecutiva e per la riduzione dei tempi e dei costi di costruzione. La convenienza è ovviamente ulteriormente incrementata dalla attesa diminuzione dei costi di manutenzione futuri e dal prospettato incremento del periodo di vita utile della struttura.

Infine nel concludere l'intervento si è accennato alle prove su travi miste acciaio calcestruzzo che si stanno conducendo presso il Laboratorio Sperimentale del Dipartimento di Costruzioni e Trasporti dell'Università di Padova. Trattasi di prove su travi Rep® classiche, con sezione triangolare e piatto in acciaio inferiore. Nelle prove si andrà a verificare il comportamento reale in esercizio e a rottura, per taglio e flessione, sia di travi in acciaio, sia nude, che con getto di calcestruzzo collaborante, mettendo a confronto i risultati sperimentali con le attese di calcolo. Lo schema delle prove è riportato in figura 8.

Lo scopo per cui si realizzano tali prove è duplice. Innanzitutto servono a confermare i procedimenti di calcolo e costruttivi utilizzati per tali travi. Inoltre costituiranno la base di partenza per le ulteriori ricerche di innovazione e sviluppo che verranno portate avanti in futuro con l'obiettivo di trovare soluzioni costruttive e forme sempre più affidabili e competitive.

Le prove citate costituiscono solo la prima fase della ricerca. Ulteriori prove verranno effettuate su travi con suola in calcestruzzo e travi iperstatiche, prima di passare allo studio di nuove sezioni. Confidiamo di riuscire a mostrare i primi risultati parziali di tale campagna sperimentale nel prossimo Forum Rep®. •

Un cantiere complesso risolto in 14 mesi

Sempre più spesso il fattore tempo è diventato per l'investitore il valore discriminante non solo nella scelta di un Appaltatore in grado di garantire il completamento delle opere nei tempi programmati, ma anche nella decisione stessa di finanziare e sviluppare un'iniziativa.

In una situazione di forte competitività del mercato che ha ridotto i margini operativi delle aziende viene richiesto agli operatori di confrontarsi ed impegnarsi sempre più pesantemente anche al rispetto di tempistiche di realizzazione sempre più compresse. Diventa pertanto fondamentale in ogni progetto identificare gli obiettivi e le soluzioni strategiche che ne possano determinare il successo. Questa relazione illustrerà un'esperienza significativa in questo senso.

Circa due anni fa, Maire Engineering SpA (che ha raccolto l'eredità di Fiat Engineering SpA) ha stipulato un contratto con un Fondo di Investimento Immobiliare, facente capo al gruppo Siemens.

L'oggetto del contratto consiste nello sviluppo della progettazione e nella realizzazione chiavi in mano di un Centro Direzionale a Milano.

Il complesso è destinato ad essere collocato nel mercato della locazione immobiliare.

L'iniziativa s'inserisce nell'ambito del piano di riqualificazione urbana dell'ex Area OM - Parco Ravizza - Milano zona sud.

Gianni Botteon

Direttore Tecnico per i lavori nell'Area Romana e Sud Italia, Maire Engineering SpA

Descrizione dell'edificio

Il progetto prevede un corpo di fabbrica unico, di forma rettangolare, di dimensioni in pianta ca. 160x80 m, che si sviluppa per tre livelli interrati fino a una profondità di circa 10 m dal piano campagna.

A partire dal piano terra, alle due estremità dell'area d'impronta dell'interrato, spiccano due distinti corpi di fabbrica a pianta quadrata, ciascuno di dimensione in pianta 60x60m, uguali e simmetrici rispetto all'asse minore del corpo interrato, aventi manica di circa 15,00 m, corte interna di ca. 27x27 m, nove piani fuori terra fino a una quota di ca. 33 m (ca. 36 considerando anche i locali tecnici per ascensori e montacarichi).

Lungo la fascia centrale che separa i due edifici, si sviluppa l'accesso viario che conduce alla rampa carrabile di servizio ai tre piani interrati.

Le facciate sono del tipo continuo a montanti e traversi con esteso utilizzo di superfici vetrate.

All'interno sono previsti pavimenti flottanti e controsoffitti modulari per permettere la massima flessibilità nella distribuzione degli impianti e delle partizioni interne.

Il complesso sviluppa una superficie di circa 36.000 mq ai piani interrati, con destinazione parcheggi ed una superficie utile dei corpi emergenti di 50.000 mq, interamente destinata a uffici.

Il volume totale realizzato è pari a circa 300.000 mc.

Il valore del contratto è di circa 100 milioni di Euro.

Aspetti specifici vincolanti il progetto

L'approccio tecnico alla fase di sviluppo del progetto e della pianificazione operativa ha dovuto tener conto di alcuni aspetti specifici derivanti da:

- necessità di evitare, nella realizzazione dei piani interrati di interessare la falda acquifera, indicata dai sondaggi prossima al piano di imposta delle fondazioni;
- vincoli architettonici per gli ingombri delle strutture;
- scarsa disponibilità di area di cantiere in quanto il sedime del fabbricato occupa pressoché interamente il lotto che si trova in un contesto di recentissima urbanizzazione;



1. Ex Area OM - Parco Ravizza, Milano. Rendering del complesso.

- limitazione di accesso alle aree determinata dal sistema viario nell'intorno del cantiere;
- possibilità di posizionamento solo perimetrale delle gru, costrette ad operare principalmente con carichi in punta e quindi capacità limitata.

Inoltre, la possibilità di assicurarsi il cospicuo premio di accelerazione, previsto dal contratto in caso di consegna anticipata, ha rappresentato una motivazione in più per l'intero team del progetto.

Sviluppo del progetto

Nell'affrontare lo sviluppo esecutivo del progetto strutturale, inizialmente si è concentrata l'attenzione a identificare soluzioni tecniche che permettessero di superare le limitazioni operative indicate.

Per quanto riguarda i solai del 2° e 1° piano interrato e del piano terra, la progettazione si è orientata verso l'adozione di una soluzione che prevedeva l'impiego di elementi prefabbricati alveolari precompressi, essenzialmente per due motivi:

- rapidità di montaggio e conseguente accelerazione dei tempi per la realizzazione dei solai e delle strutture interrate in genere, le quali comportavano maggiori difficoltà di carattere esecutivo, logistico e organizzativo;
- impegno statico delle strutture, in considerazione di una luce di calcolo massima di circa otto metri e di carichi di progetto che, in particolar modo per il piano terra, raggiungono 2000 kg/m^2 in corrispondenza delle aree carrabili dai VVF.

L'impostazione del progetto prevedeva, accanto alla scelta di questa tipologia di solaio, la realizzazione delle travi (oltre che dei pilastri) in c.a. gettato in opera, in quanto l'impiego di travi prefabbricate, oltre a non essere compatibile con le limitazioni di carico determinate dai mezzi di sollevamento, avrebbe comportato un deciso aumento dello spessore del pacchetto trave-solaio, con conseguente necessità di approfondire la quota di imposta delle fondazioni andando a interessare la falda.

Per i piani fuori terra, dal piano primo alla copertura del piano nono, il progetto iniziale prevedeva la realizzazione di solai in predalles, con travi in spessore gettate in opera, soluzione dettata anche qui dalla necessità di contenere l'altezza dell'intero pacchetto, per dare spazio all'impiantistica nei controsoffitti e rientrare nei limiti di altezza imposti dai parametri urbanistici.



2. Montaggio delle travi Rep®.

Modifica

Sviluppando il dettaglio del programma dei lavori, si è rapidamente compreso da un lato che l'opzione delle travi gettate in opera avrebbe sostanzialmente vanificato i guadagni di tempo offerti dalla soluzione del solaio prefabbricato, e dall'altro che, considerate le caratteristiche globali dell'edificio, la compressione dei tempi di esecuzione necessariamente doveva prevedere l'anticipazione del completamento della struttura.

Dopo varie analisi la scelta definitiva è pertanto caduta su un sistema integrato di travi semi-prefabbricate e solai alveolari, con esecuzione in opera esclusivamente del getto di completamento delle travi e della cappa collaborante del solaio.

Sono state impiegate travi Rep® «Cls», costituite da un fondello in c.a. di spessore tipico 20 cm e da una struttura reticolare in acciaio per carpenteria FE510 C, da completare in opera solo per la posa di specifica armatura di corredo nei nodi di continuità e per il getto.

La specificità delle travi Rep®, l'affidamento dell'assorbimento delle sollecitazioni taglianti e flettenti a tale struttura reticolare, ha infatti consentito un contenimento della larghezza delle travi, in particolare del fondello in c.a., entro un valore massimo di 85 cm, con notevoli vantaggi sul peso degli elementi da movimentare, fattore fondamentale per la movimentazione in cantiere.

Fasi di montaggio

Le travi Rep® «Cls», autoportanti in fase di montaggio, poggiano sulle strutture verticali di sostegno, setti di vani scale/ascensori o pilastri, mediante un'apposita appendice del corrente metallico inferiore.

In particolare, nel caso di appoggio sui setti è stato necessario prevedere delle apposite tasche di alloggiamento per il dente delle travi.

Per i pilastri, invece, la quota di estradosso del getto è stata innalzata, rispetto al filo inferiore del fondello in c.a. delle travi Rep®, di una misura circa pari al copriferro del corrente metallico inferiore, in modo che il dente di appoggio delle travi poggiasse quanto più regolarmente possibile sulla testa dei pilastri stessi, opportunamente spianata.

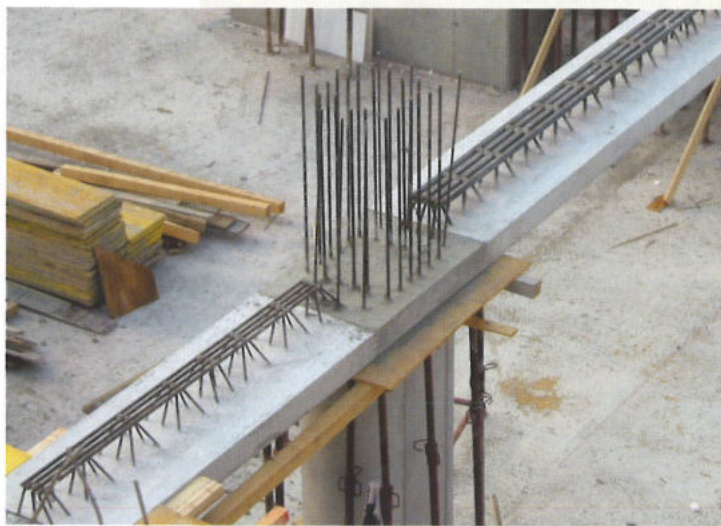
Le travi, così poggiate, risultano evidentemente labili rispetto alla rotazione intorno al proprio asse; pertanto, prima del montaggio degli elementi di solaio alveolare, che poggiando direttamente sul fondello in c.a. introducono delle azioni eccentriche rispetto all'asse delle travi, si è proceduto al bloccaggio dei nodi terminali.

In particolare, nel caso di appoggio su pilastri circolari, il cui diametro massimo è di 70 cm, o di pilastri a sezione quadrata, di dimensioni massime 70x70 cm, il fondello delle travi convergenti al nodo è stato modellato a forma di semicirconferenza o di rettangolo tale da «abbracciare» il pilastro stesso.

Nel caso di pilastri di forma simil-ellittica

(sezione centrale 70x70 cm più due semicirconferenze di diametro 70 cm alle estremità, ingombro complessivo massimo 120x70 cm), le estremità dei fondelli conformate in modo da seguire la sezione del pilastro sarebbero risultate troppo snelle e pertanto fragili.

In questi casi è stato realizzato in testa al pilastro un apposito capitello rettangolare di dimensioni in pianta 120x70 cm, spessore pari a quello del fondello prefabbricato delle travi, adeguatamente armato, entro cui sono stati introdotti ed inghisati i denti di appoggio degli elementi convergenti al nodo.



3. Capitello di appoggio.



4. Posa in opera dei solai.

Solai in elevazione

Le ottime risultanze dell'impiego di travi Rep® «Cl» per i solai dei piani interrati hanno indotto ad un approfondimento di analisi, sebbene il progetto fosse già stato sviluppato fino alla redazione degli elaborati esecutivi, anche dei solai in elevazione.

La prima opzione presa in esame è stata quella di realizzare su tutto lo sviluppo dell'area di piano un sistema di lastre predalles, anche in corrispondenza dell'intradosso delle travi a spessore, in modo da eliminarne la cassetta in opera.

Tuttavia, la necessità di contenere lo spessore di solaio entro 34 cm e l'impossibilità di ridurre lo spessore delle lastre e la conseguente riduzione dell'altezza utile delle travi avrebbe comportato, nell'ipotesi di getto in opera, un incremento di armatura longitudinale non compatibile.

La scelta si è orientata sull'utilizzo di travi Rep® «Tr», direttamente poggianti sulle lastre predalles, che assumono la funzione di fondello delle travi stesse.

Nella progettazione dei tralicci portanti delle travi Rep® «Tr», è stato necessario tener conto dello spazio disponibile tra le barre di ripresa degli elementi di sostegno verticali, pilastri in primo luogo, per consentire l'introduzione dei tralicci medesimi all'interno della sezione del pilastro al fine di realizzare la continuità della travata nei nodi intermedi.



5. Piani interrati. Intradosso completato.



6. Elevazione dei solai fuori terra.



7. Solai fuori terra. Particolari delle travi Rep®.



8. Nodo sul pilastro.



9. Struttura completata.

Conclusione

Alla verifica dei fatti, la semplicità di montaggio del sistema ha permesso di procedere con i lavori in tempi strettissimi.

Sono stati raggiunti livelli di produzione tali che hanno permesso di realizzare i 36.000 mq di solai dei piani interrati in soli 3 mesi.

Ogni piano in elevazione fuori terra (6000 mq in pianta) ha richiesto per la realizzazione mediamente in 21 gg di calendario.

Il tempo totale per la realizzazione delle strutture è stato ridotto dai 20 mesi programmati inizialmente, ai 14 mesi impiegati (marzo 2004-aprile 2005).

Oltre che dal punto di vista tecnico il bilancio dell'operazione è stato ampiamente positivo anche dal punto di vista economico.

Se da un lato il premio proposto dal Committente è stata la motivazione di base per raccogliere la sfida dell'accelerazione, dall'altro, l'ottimizzazione dei tempi di esecuzione ha comportato una sensibile riduzione degli oneri di cantiere in termini di impiego di risorse tecniche e di immobilizzo di attrezzatura.

Non ultimo è da considerare il ritorno di immagine dato dalla soddisfazione del Cliente che vede concretizzarsi la possibilità di avere a disposizione l'immobile con un congruo anticipo, con il beneficio economico derivante. •



10. Struttura completata, visione del complesso.

Caso applicativo 2

Lavori dell'Alta Velocità ferroviaria nel nodo di Bologna

Marco Pigorini

**Responsabile Opere Civili Esterne dell'ATI,
Acciona Infraestructuras SA, Salini Spa,
Ghella Spa**

Nell'ambito della realizzazione del sistema ferroviario italiano ad Alta Velocità è in fase di avanzata costruzione il collegamento Milano-Napoli. In tale tratta sono comprese le opere di penetrazione urbana di Bologna, che si connettono a sud con la tratta appenninica Bologna-Firenze di pertinenza del Consorzio CAVET e a nord con la tratta Bologna-Milano di pertinenza del Consorzio CEPAV. Il lotto 5 del nodo di Bologna è stato appaltato dalla Committente TAV, a seguito di gara al massimo ribasso, all'Associazione Temporanea di Imprese costituita dalla spagnola ACCIONA INFRAESTRUCTURAS SA e le italiane GHELLA Spa e SALINI Spa.

Le tre Imprese eseguono i lavori unitariamente attraverso la Soc. Consortile S. RUFFILLO appositamente costituita.

Le opere principali del lotto consistono in una galleria a doppia canna di circa 6 km di lunghezza oltre a importanti opere esterne quali 2 gallerie artificiali, un pozzo di emergenza, un parcheggio interrato di 4000 mq e numerose opere viarie.

Lo scavo e il rivestimento delle gallerie vengono eseguiti con due macchine TBM aventi un diametro 9,40 m che operano in parallelo con uno sfalsamento di circa 300 m procedendo dalla periferia sud di Bologna verso la futura stazione AV, adiacente alla stazione ferroviaria esistente. Le due frese hanno già superato i due terzi del tracciato e si dirigono verso la stazione di Bologna dove è previsto arrivino nel giugno prossimo.

Il camerone salesiani

Una volta terminato il tragitto sotterraneo, le due frese dovranno essere smontate ed estratte. Tali operazioni verranno eseguite da una struttura interrata di dimensioni in pianta 19 m x 200 m, profondità circa 30 m, denominato Camerone dei Salesiani, che costituirà un parcheggio interrato a servizio della stazione di Bologna di quattro piani per circa 450 posti auto. Il Camerone ha pertanto la funzione di costituire ad una estremità il traguardo della corsa delle TBM, all'altra estremità la sezione d'attacco per la costruzione di un tratto di 120 m di galleria policentrica a doppio binario, che collega il Camerone Salesiani con la futura stazione dell'Alta Velocità di Bologna. Una volta completata la fase di costruzione delle gallerie il Camerone costituirà, alla quota più bassa la via di transito della linea ferroviaria A.V.

A livello interrato il parcheggio sarà accessibile per i veicoli mediante un sottovia che corre parallelamente al Camerone, è previsto inoltre un collegamento pedonale, anch'esso interrato, servito da tappeti mobili, con la nuova stazione A.V.

Il progetto strutturale

Per la progettazione di una struttura interrata di questa importanza, è stato necessario affrontare problematiche difficili e singolari che hanno comportato la progettazione e la realizzazione di importanti strutture di seguito descritte.

Innanzitutto si è reso necessario perimetrare l'area del Camerone con paratie di lunghezza 38 m e spessore 1,20 m, collegate tra loro da una trave di coronamento in c.a. Per eseguire le operazioni di scavo di approfondimento e contrastare efficacemente le spinte esercitate dal terreno è necessario che le paratie siano adeguatamente puntellate mediante elementi di dimensioni sufficientemente contenute tali da permettere di operare all'interno del vano, e consentire l'estrazione del materiale di risulta dello scavo. Giunti a fondo scavo è necessario eseguire un solettone di fondo per contrastare la sottospinta idraulica e il piede delle paratie.

Una volta terminato l'approfondimento, completate le gallerie ed estratte e sollevate le macchine TBM, si procede con la costruzione delle strutture interne del parcheggio dal basso verso l'alto e, in fase definitiva, gli elementi che erano serviti come contrasto orizzontale devono sopportare il carico verticale dei solai dei vari piani.

In sintesi, agli elementi da utilizzare come travi puntone sono richieste le seguenti caratteristiche:

- elevata resistenza agli sforzi assiali in assenza di fenomeni viscosi significativi;
- costruzione e assemblaggio fuori opera per consentire maggiore velocità di esecuzione e semplificazione delle operazioni da eseguire in un cantiere angusto;
- autoportanza in prima e seconda fase;
- capacità di sopportare i notevoli carichi stradali previsti sulla copertura;
- elevata resistenza al fuoco (R120) della struttura definitiva.

Il progettista dell'opera ha individuato in una trave a reticolare a struttura mista acciaio-calcestruzzo l'elemento in grado di rispondere a tutti i requisiti richiesti e, d'accordo con l'Impresa, ha sviluppato conseguentemente il progetto esecutivo dell'opera ottenendo l'assenso della Committente Italferr. Sulla scorta delle prescrizioni progettuali, l'Impresa ha individuato nella trave REP® prodotta dalla Tecnostrutture di Noventa di



Piave l'elemento rispondente alle esigenze del progetto.

Le travi, di lunghezza media di 18,00 m hanno larghezza 0,8 e altezza 1,10 m ai livelli interrati; in copertura, a livello stradale larghezza 2,00 e altezza 1,10 m, per sopportare i maggiori carichi previsti. Dopo la collocazione in opera delle travi viene eseguito un getto di cls di prima fase di altezza m 0,8 che ha la sola funzione di solidarizzarle alle estremità con gli altri elementi in c.a. e permettere la trasmissione delle sollecitazioni; infatti il dimensionamento dei tralicci viene effettuato in modo da assegnare all'acciaio da solo la capacità di sopportare l'intero sforzo di compressione per evitare quei fenomeni di deformazione viscosa maggiormente sensibili nel calcestruzzo.

Una volta collocate in opera tutte le travi di un livello si procede all'approfondimento dello scavo e si ripete la stessa operazione a quota inferiore. Terminato l'ap-

profondimento si passa alla costruzione delle strutture definitive del parcheggio, pilastri e solai, dal basso verso l'alto.

In seconda fase, tra travi adiacenti vengono poste in opera delle predalle autoportanti alleggerite per poi eseguire il getto di completamento che porta l'altezza della trave finita a m 1,10.

La difficoltà dovuta al fatto di dover posizionare le travi all'interno della struttura caratterizzata da luci libere inferiori alla lunghezza delle travi è stata superata grazie alla predisposizione all'estremità delle travi di due «lame» di acciaio estraibili, che vanno a costituire l'appoggio su una apposita «tasca» predisposta nella paratia.

Il produttore e l'esecuzione della commessa

La commessa affidata dalla S.Ruffillo Scarl alla Tecnostrutture srl è iniziata nel set-

tembre del 2003 ed è stata completata, per i quattro piani interrati, alla fine del 2004. Nel corso del 2006 verranno installate le travi di copertura del camerone e quelle del passante stradale.

I risultati

Le fasi di montaggio e getto di prima fase in cantiere si sono svolte speditamente e le tempistiche di approvvigionamento sono state adeguate al ritmo di avanzamento delle lavorazioni.

Il montaggio delle travi è avvenuto con un rendimento soddisfacente, tanto che sono state posizionate anche 12 travi in un solo giorno.

La scelta della tecnologia REP®, in questa particolare tipologia di utilizzo, ha pertanto pienamente soddisfatto le aspettative del Progettista, dell'Impresa esecutrice e del Committente. •

I ponti misti Stato attuale e prospettive future

Luigino Dezi

Dipartimento di Architettura

Costruzioni e Strutture

Università Politecnica delle Marche

Ancona

Gli impalcati a sezione composta acciaio-calcestruzzo stanno vivendo un momento di rapida evoluzione, sia per la disponibilità di nuovi materiali e prodotti (acciai saldabili ad alta resistenza, piatti di notevole spessore a resistenza garantita, calcestruzzi ad alta resistenza), sia per i progressi raggiunti nelle tecnologie di costruzione e montaggio (saldatura in opera, tecniche di realizzazione della soletta e precompressione esterna).

Altrettanto rilevanti sono gli affinamenti raggiunti nelle analisi strutturali con lo sviluppo di specifici programmi di calcolo numerico e nella valutazione della misura della sicurezza strutturale, soprattutto grazie alle conoscenze acquisite sul comportamento post-critico delle anime che consentono una verifica più accurata allo stato limite ultimo delle travi metalliche.

Questa evoluzione ha avuto un'accelerazione tale da conferire competitività alla soluzione composta, riportandola all'attenzione dei committenti e dei progettisti di ponti e viadotti.

Tra i principali vantaggi offerti da questa tipologia strutturale si possono annoverare: la leggerezza (elevato rapporto resistenza/peso), la snellezza (elevato rapporto altezza/larghezza), la scarsa sensibilità ai cedimenti differenziali delle fondazioni, la facilità di realizzazione di impalcati continui con campate di differenti lunghezze e con curvature imposte dal tracciato stradale, la durabilità conseguente alla possibilità di rinnovare lo strato protettivo contro la corrosione e di sostituire elementi strutturali anche per aumentarne la capacità portante, e infine la qualità architettonica conferita dalla semplicità dei particolari costruttivi e dalla chiarezza dell'impianto strutturale che lascia comprendere la funzione dei vari elementi.

La sezione trasversale

Le principali tipologie utilizzate per gli impalcati continui sulle luci medie sono riconducibili ai due schemi di bitrave e cassone.

La sezione bitrave, costituita da due travi a I, è quella maggiormente impiegata, per semplicità ed economicità; è dotata di un numero ridotto di traversi ad I, normalmente non solidali alla soletta e saldati agli irrigidimenti verticali delle due travi principali. I traversi hanno un interasse di 6-8 m (figura 1a) e nei ponti di piccola luce (<30 m) possono essere addirittura eliminati, lasciando la funzione di irrigidimento alla soletta e ai traversi di testata. La posizione dei traversi a metà altezza delle travi è la più conveniente, in quanto consente sia il passaggio delle casseforme mobili per il getto della soletta, sia la manutenzione delle piattabande superiori. Anche il numero degli irrigidimenti è ridotto rispetto al passato, soprattutto per quanto riguarda gli irrigidimenti longitudinali delle anime che in alcuni casi possono essere eliminati completamente facendo ricorso ai più avanzati criteri di verifica basati sul comportamento post-critico dei pannelli d'anima.

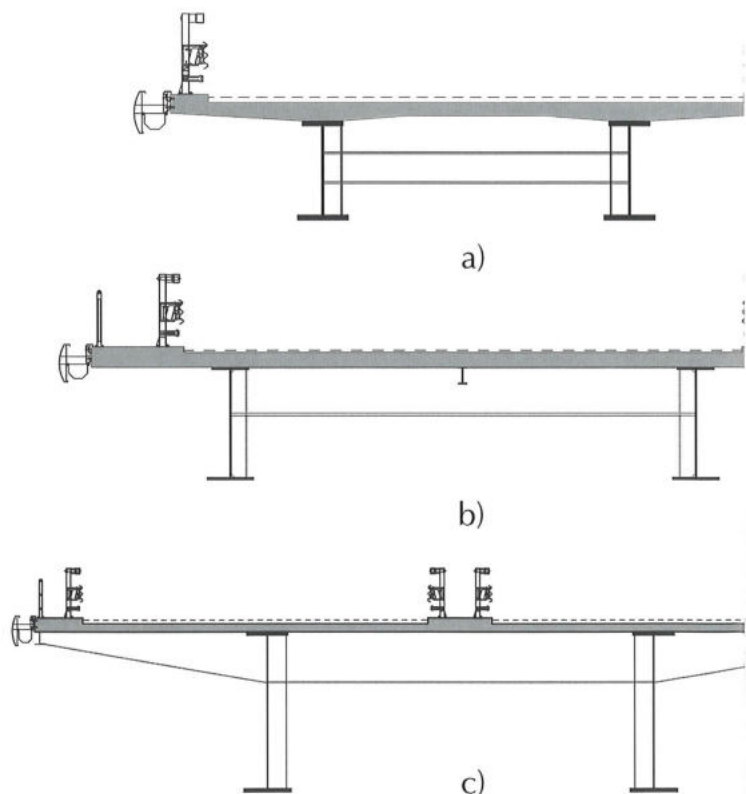


Figura 1. Sezioni bitrave.

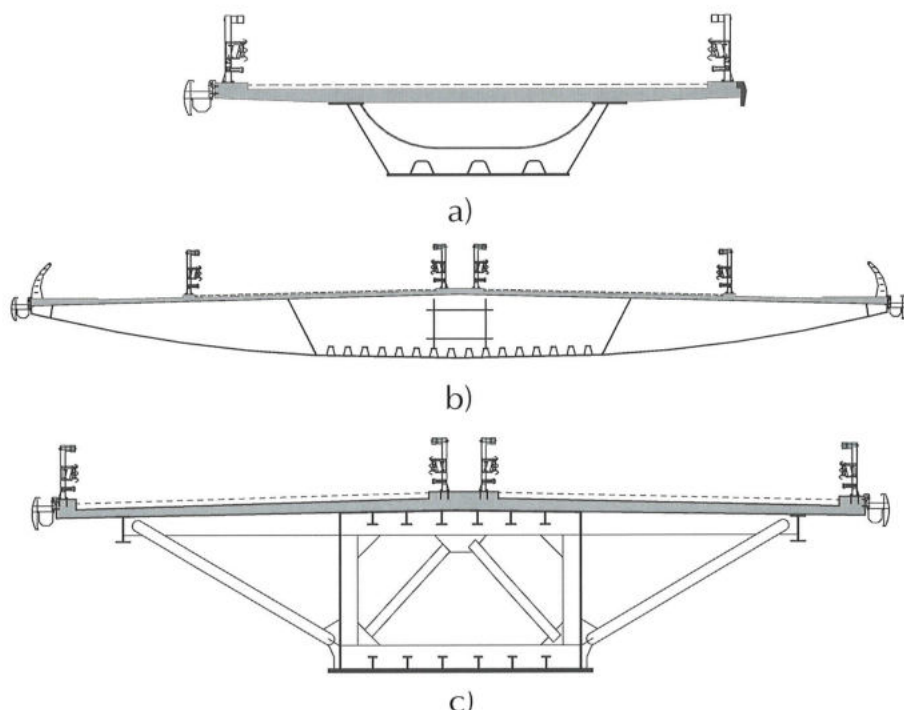


Figura 2. Sezioni a cassone.

Quando la larghezza della soletta è molto grande (15-25 m), la tipologia bitrave risulta ancora vincente se i traversi diventano solidali alla soletta (traversi portanti). Nel caso di figura 1b i traversi sono presenti nella parte interna dell'impalcato e il loro interasse unitamente alla lunghezza degli sbalzi condiziona lo spessore della soletta. L'interasse della travi può essere tale da richiedere una coppia di pile. Per contenere l'interasse delle travi e quindi l'ingombro delle pile si può ricorrere alla soluzione con traversi aggettanti e sbalzi laterali molto pronunciati (figura 1c); in questo caso si possono realizzare soluzioni molto leggere con interasse dei traversi di circa 4 m e spessore della soletta di 22-25 cm.

Per larghezze più contenute la soletta può essere ordita trasversalmente con uno o più appoggi intermedi realizzati con travi secondarie ad I appoggiate sui traversi.

La sezione a cassone, ottenuta con una trave metallica aperta superiormente, è generalmente più costosa in quanto più pesante e di più complessa realizzazione. Può diventare competitiva solo se interamente realizzata in officina e quindi solo se ha una larghezza contenuta (<5 m). Tuttavia costituisce un'ottima soluzione strutturale sia quando è richiesta un'elevata rigidità torsionale, sia quando si vuol ridurre l'altezza dell'impalcato e ottenere un risultato estetico più gradevole.

Il cassone trapezio rispetto a quello rettangolare ha il vantaggio di contenere la larghezza del fondo (figura 2a) e ridurne la parte non efficace per effetto shear lag.

Nel caso di impalcato molto larghi, la soluzione a cassone monocellulare può essere ancora utilizzata, ricorrendo ai traversi aggettanti solidali alla soletta (figura 2b), oppure sostenendo gli sbalzi laterali con travi reticolari inclinate o con semplici puntoni collegati al fondo del cassone (figura 2c). Negli impalcato curvi o di grande luce, per aumentare la rigidità torsionale durante il varo, la parte metallica può essere chiusa superiormente (figura 2c).

Impalcato

Per quanto riguarda la scelta delle luci di un viadotto a sezione composta, in assenza di vincoli sulla disposizione degli appoggi, ci si può orientare sulle luci comprese tra 50 e 80 m, con campate laterali pari al 65-70% delle campate intermedie. Gli impalcato a sezione composta sono tuttavia utilizzati anche per luci di 120-150 m.

Per il rapporto h/L della sola parte metallica si può far riferimento a 1/25 per gli impalcato continui bitrave e 1/30 per quelli a cassone.

Le principali innovazioni introdotte nella concezione e costruzione dei ponti a sezione composta riguardano:

- nuovi tipi di acciai e di prodotti;
- tecniche costruttive della soletta.

Nuovi tipi di acciai e di prodotti

L'impiego di nuove e più sofisticate attrezzature per la lavorazione dell'acciaio ha permesso di mettere a punto processi di laminazione in grado di ottenere direttamente le proprietà meccaniche delle lamiere di forte spessore, senza dover ricorrere a ulteriori trattamenti termici. Gli acciai prodotti con questo metodo di lavorazione vengono detti «acciai termomeccanici». In pratica l'utilizzo di acciai termomeccanici (TM), rispetto a quelli normalizzati (N), presenta il duplice vantaggio di avere maggiori resistenze meccaniche abbinate a migliori caratteristiche di saldabilità (ad es. possibilità di eliminare il preriscaldamento).

Un'altra importante innovazione è data dalla produzione di piatti a spessore variabile, cioè di lamiere profilate con spessore variabile nella direzione del senso della laminazione, i quali consentono di seguire in maniera ottimale la curva del momento flettente ottenendo un risparmio sulla quantità di acciaio. Oltre al risparmio di materiale rispetto alla soluzione tradizionale (che in genere viene compensato dal maggior costo delle lamiere a spessore variabile), l'impiego delle lamiere a spessore variabile presenta i seguenti vantaggi:

- notevole riduzione del numero delle saldature di testa delle piattabande e delle anime. In pratica le saldature di testa si riducono a quelle da eseguire in cantiere per l'assemblaggio dei tronconi di carpenteria metallica;
- spostamento delle saldature al di fuori delle zone maggiormente sollecitate con conseguente riduzione dei problemi connessi alla verifica a fatica;
- miglioramento estetico dell'opera d'arte.

Tecniche costruttive della soletta

Negli impalcanti a sezione composta la fessurazione della soletta nelle zone di momento negativo fa parte del loro funzionamento naturale. È noto tuttavia che, se non si ricorre a particolari accorgimenti, la fessurazione può interessare l'intero impalcato senza differenze sostanziali tra le sezioni di appoggio e di campata. Le fessure più importanti si manifestano durante le fasi costruttive e sono prodotte dal ritiro alle brevi stagionature e dalle modalità esecutive della soletta. Per contenere le tensioni di trazione in soletta si può ricorrere a:

- getto in opera a tratti non consecutivi su casseri mobili;
- prefabbricazione di conci.

Nel primo caso il getto del calcestruzzo viene effettuato a tratti non consecutivi di 10-15 m di lunghezza, eseguendo dapprima il getto dei «blocchi» ubicati nelle zone di campata e di estremità e successivamente quelli a cavallo degli appoggi (L. Dezi, S. Niccolini, 2003).

Questo sistema, rispetto al getto a tratti consecutivi su predalle, richiede un maggior onere per la movimentazione dei casseri ma ha il vantaggio di contenere il peso della soletta che diventa a spessore variabile e limitare in maniera significativa le tensioni di trazione sul calcestruzzo nelle zone in prossimità degli appoggi intermedi.

La tecnica di prefabbricazione della soletta in conci viene utilizzata per opere particolari, quali i sovrappassi autostradali, che richiedono una prefabbricazione integrale per contenere i tempi di esecuzione e i periodi di interruzione del traffico sottostante.

Nel seguito si illustrano alcune recenti realizzazioni o progetti di viadotti con impalcato bitrave o a cassone, delle tipologie presentate nelle figure 1 e 2.

Viadotti Bitrave

I viadotti della Bretella di Urbino (L. Dezi, S. Niccolini, 2003)

Il 1° lotto della «Bretella» di Urbino, che collega la città di Urbino alla viabilità principale costituita dalla SS78 Fano-Grosseto, ha uno sviluppo di 1970 m e comprende il viadotto Santa Maria e i viadotti Ca' Raniero 1 e 2. I tre viadotti sono stati oggetto di un particolare studio architettonico al fine di mitigarne l'impatto ambientale. La soluzione a struttura composta acciaio-calcestruzzo si è imposta per snellezza, trasparenza e per qualità delle finiture superficiali. Per la carpenteria metallica è stata scelta la saldatura in opera e la verniciatura di tutte le superfici metalliche; nei tratti in curva le travi sono state costruite con la stessa curvatura del tracciato stradale. I canali di raccolta e allontanamento delle acque di piattaforma, disposti all'estremità di uno sbalzo, sono stati realizzati in alluminio con un rivestimento in alluminio preverniciato. Le sottostrutture sono state anche esse oggetto di particolare cura nella definizione delle forme al fine di raggiungere un soddisfacente risultato architettonico.

Il viadotto Santa Maria si sviluppa su un tracciato curvo di raggio minimo di 450 m e ha una lunghezza complessiva di 290 m, suddivisa in 5 campate di luci pari a 35, 65, 90, 65 e 35 m (figure 3 e



Figura 3. a) Varo della carpenteria metallica e b) getto della soletta.



Figura 4. a) e b) Viste dal basso.



Figura 5. Viadotto Ca' Raniero 1: viste dal basso.

4). L'impalcato è di tipo bitrave ad altezza variabile da 2,00 m sulle spalle (L/45), a 4,00 m sulle pile centrali (L/22) e 2,50 m in mezzzeria della campata principale (L/36).

Le due travi sono collegate da traversi a doppio T posti ad interasse di circa 6,00 m. I telai costituiti dai traversi e dagli irrigidimenti verticali delle anime, hanno la funzione di garantire la stabilità delle piattabande e di fronteggiare le spinte a vuoto indotte dalla curvatura nelle piattabande. I controventi di costruzione sono stati smontati dopo il getto della soletta.

La soletta è a sezione variabile ed è stata realizzata con casseri mobili e frazionamento dei getti. Le armature sono state preassemblate all'estremità del viadotto in gabbie di 12 m, opportunamente irrigidite con tralicci e varate con un argano longitudinalmente sopra le travi. Il getto è stato eseguito con due casseri mobili, in tratti non consecutivi di 10-12 m di lunghezza; con il primo cassero sono stati eseguiti i getti dei conci in campata e con il secondo quelli a cavallo degli appoggi, ciascuno con frequenza di due conci per settimana. Per lo scasso dei conci dopo un giorno è stata necessaria una resistenza di 22 MPa a 24 ore.

I viadotti Ca' Raniero 1 e 2 hanno uno sviluppo complessivo di 556 m e 424 m e sono realizzati con impalcato continuo su più campate di luce variabile da 41,49 m a 42,97 m (figura 5). A differenza del viadotto Santa Maria, i controventi non sono stati smontati e i traversi sono bullonati agli irrigidimenti verticali delle travi, fatta eccezione per i traversi di pila che sono stati saldati per consentire il sollevamento degli impalcati.

Viadotti e cavalcavia del Passante di Mestre (L. Dezi, M. Raccosta, 2005)

Le opere d'arte principali del Passante Autostradale di Mestre sono state concepite con un'unica tipologia strutturale: impalcato bitrave continuo sostenuto da coppie di pile poste in corrispondenza delle travi. Le travi sono saldate e verniciate, mentre i traversi sono bullonati; le pile hanno sezione cruciforme e presentano un allargamento della sommità in grado di ospitare gli apparecchi di appoggio equipaggiati con shock transmitter e nel contempo consen-

tire l'alloggiamento di martinetti per sollevare gli impalcati in caso di sostituzione degli appoggi.

Nel caso dei viadotti le carreggiate sono separate e i due impalcati, di larghezza variabile da 18,00 a 19,70 m, sono realizzati con due travi a doppio T poste a distanza variabile da 12,00 a 13,70 m, traversi portanti a doppio T ad interasse di 4,00 m e una soletta collaborante in c.a. di 0,31 m di spessore. Le travi hanno altezza costante di 2,20 m e i traversi di 1,00-1,10 m (figura 6). Le campate hanno lunghezze variabili da 35 a 60 m.

La soletta è realizzata su predalle di 6 cm di spessore, ordinate trasversalmente sulle due fasce esterne di circa 6,00 m e appoggiate sulle travi principali e su una trave rompitratta sostenuta dai traversi, mentre sulla fascia centrale di 6,00-7,70 m sono ordinate longitudinalmente e appoggiate sui traversi.

I cavalcavia hanno una larghezza variabile da 10 a 16,50 m e presentano uno schema di trave continua a tre o più campate. Il cavalcavia tipo è riportato in figura 7. Per larghezze superiori a 12 m l'impalcato presenta la stessa tipologia dei viadotti, mentre per larghezze inferiori i traversi sono posti a metà altezza delle travi e la soletta è ordita trasversalmente con predalle appoggiate sulle travi principali.

Viadotto Serra Cazzola sulla SS 640 «di Porto Empedocle» (L. Dezi, M. Raccosta, 2005)

La nuova SS 640, attraversando una zona molto sensibile dal punto di vista ambientale, per la presenza di territori agricoli di notevole interesse e di altri pregi di tipo paesaggistico, ha richiesto un'attenzione particolare nella progettazione dei viadotti per garantire le migliori condizioni di integrazione e di inserimento ambientale. Il viadotto Serra Cazzola è l'opera principale sia per l'interesse ambientale della vallata attraversata, sia per la lunghezza complessiva del viadotto (980 m) e l'altezza massima da fondovalle (circa 70 m). L'altezza delle luci in particolare ha suggerito una soluzione a grandi luci con un unico impalcato contenente le due carreggiate stradali, al fine di conferire all'opera carattere di unitarietà, leggerezza e trasparenza. La scansione delle campate è stata prevista a



Figura 6. Viadotti PDM: sezione corrente e viste prospettiche (rendering).

luci crescenti con l'altezza da fondovalle, da 55 a 120 m. Parallelamente ai suddetti elementi di carattere «compositivo», particolare attenzione è stata dedicata allo studio formale delle pile e alla loro armonizzazione con l'impalcato soprastante, al fine di pervenire ad una soluzione architettonicamente corretta.

Il viadotto presenta 12 campate di luci 55, 70, 3x90, 120, 3x90, 2x70 e 55 m, per uno sviluppo complessivo di 980 m (figura 8). La larghezza complessiva dell'impalcato è di 26,50 m e contiene entrambe le carreggiate stradali. L'impalcato è costituito da due travi a doppio T poste a distanza di 12,50 m e da traversi a doppio T estradossati e aggettanti, ad interasse di 4,00 m, sui quali è ordita una soletta di 25 cm di spessore.

Le travi hanno altezza costante sulle campate da 55 e 70 m e variabile con legge parabolica nelle campate di 90 e 120 m di luce. Sulla campata centrale l'altezza varia da 3 m (L/40) in mezzzeria a 5,50 m (L/22) sugli appoggi. Le anime delle travi principali sono irrigidite da montanti verticali a T in corrispondenza di ogni traverso. Il telaio costituito dal traverso e dai montanti ha la funzione di stabilizzare le piattabande in esercizio con l'aiuto della soletta e durante le fasi di varo con l'ausilio di un controvento provvisorio.

Viadotti a Cassone

Viadotto Fontescodella a Macerata (L. Dezi, S. Niccolini, 2001)

Il viadotto, inserito nel tratto terminale della strada che collega lo svincolo di Fontescodella a Via Mugnoz, è costituito da un impalcato curvo continuo a quattro campate di luci 29,2x37 e 29 m, ha raggio di curvatura di 159,5 m e una pendenza longitudinale del 9,4% (figura 9). La sezione trasversale è a cassone monocellulare costituito da una parte metallica di forma trapezoidale di 1,30 m di altezza (L/30) e una soletta di 0,30 m. Il cassone è irrigidito da diaframmi a parete piena solidali alla soletta, posti ad interasse di 5 m, di 15 mm di spessore con passo d'uomo di 1,25x0,75 m; i traversi di appoggio hanno spessore di 40 mm. Il fondo del cassone è dotato di due irrigidimenti longitudinali di tipo chiuso.

La carpenteria metallica è interamente saldata e verniciata. I controventi sono stati smontati dopo il getto della soletta.

La soletta è stata realizzata per tratti con sequenze ottimizzate che hanno previsto il getto dei conci di campata prima di quello sugli appoggi intermedi.

Le pile hanno altezza di 6-7 m e sono costituite da un fusto a sezione piena costante con un allargamento in sommità ottenuto con un raccordo curvo.



Figura 7. Cavalcavia tipo (rendering).



Figura 8. Viadotto Fontescodella, Macerata. Viste dal basso (rendering).

Viadotto Borgomagnano a Padova (L. Dezi, M. Raccosta, 2005)

Nell'ambito dei lavori di riorganizzazione della viabilità urbana nella città di Padova, in sostituzione dei due cavalcavia presenti nei pressi della stazione centrale, è stato proposto un viadotto a carreggiata unica, avente una larghezza di circa 30 m, in grado di ospitare due carreggiate stradali, due piste ciclabili e due marciapiedi. Il progetto (di livello preliminare) prevede un impalcato a sezione scatolare composta o interamente metallica (a piastra ortotropa), dotata di grandi sbalzi laterali sostenuti da traversi aggettanti. I vincoli imposti di limitare i pesi, per ridurre le dimensioni delle pile e delle fondazioni e di contenere la pendenza longitudinale della livelletta stradale, potrebbero far prevalere la soluzione a piastra ortotropa. Con questa tipologia infatti i pesi si dimezzano rispetto alla soluzione composta e la snellezza dell'impalcato può essere spinta a valori molto elevati (lo spessore dell'impalcato è pari a 1/34 della luce). Il viadotto presenta un impalcato continuo a tre campate di luce pari a 30, 68 e 30 m, per una lunghezza complessiva di 128 m. La sezione trasversale è caratterizzata dalla presenza dei traversi che con il loro intradosso curvo definiscono la forma dell'impalcato (figura 10).

Viadotto Verrière (G. Gillet *et al.*, 2004) e Nuovo Ponte sul Rhône a Valence (F. Tavakoli, 2004)

Per completare il panorama degli impalcati a cassone di grande larghezza si illustrano brevemente due viadotti recentemente realizzati in Francia, che utilizzano lo stesso criterio di sostegno degli sbalzi laterali. In entrambi i casi si è fatto ricorso ad un cassone metallico chiuso superiormente, varato a spinta, e completato da una soletta in c.a. di piccolo spessore (22-24 cm), sostenuta lateralmente da strutture reticolari.

Il Viadotto Verrières, realizzato sulla A 75 nei pressi di Millau, rappresenta un record per questa tipologia, sia per la lunghezza della campata principale (144 m) che per l'altezza da fondovalle (140 m) (figura 11). L'impalcato, a sei campate di luci 96, 136, 144, 136, 128 e 80 m, ha uno sviluppo complessivo di 720 m e una larghezza di 23,5 m; è costituito da un cassone rettangolare metallico, chiuso superiormente, di 7 m di larghezza e 4.50 m di altezza (L/32), completato da una soletta di 25 cm di spessore, appoggiata su traversi sostenuti da due travi reticolari vincolate sul fondo del cassone. La soletta, in parte prefabbricata e in parte gettata in opera, è precompressa trasversalmente. Il varo a spinta della carpenteria metallica ha richiesto una verifica di patch loading molto accurata.



Figura 9. Viadotto Fontescodella, Macerata.





Figura 10. Viadotto Borgomagno, Padova.



Figura 11. Viadotto Verrières, Francia.



Figura 12. Nuovo ponte sul Rhône a Valence, Francia.

Le pile hanno sezione cava leggermente variabile con l'altezza. Il nuovo ponte sul Rhône ha un impalcato continuo a cinque campate di luci $75,5+125 \times 3+75,5$ m con uno sviluppo complessivo di 526 m e una larghezza di 22,10 m (figura 12). L'impalcato è costituito da un cassone metallico chiuso di 6,70 m di larghezza e 4 m di altezza (L/31), completato da una soletta di 22 cm di spessore, appoggiata lateralmente sui traversi, posti ad interasse di 3,90 m, sostenuti da diagonali impostati sul fondo del cassone. La soletta è prefabbricata sugli sbalzi e gettata in opera sul cassone. La carpenteria metallica è stata varata a spinta.

Bibliografia

- Dezi L., Niccolini S., «Les Viaducs de la Bretelle d'Urbino. Italie», Bulletin 22, Ponts Metalliques, OTUA, 2003.
- Dezi L., Raccosta M., «I viadotti e i cavalcavia del nuovo passante autostradale di Mestre», Congresso CTA, 2005.
- Dezi L., Raccosta M., «Il viadotto Serra Cazzola sulla SS 640 di Porto Empedocle», Congresso CTA, 2005.
- Dezi L., Niccolini S., «Il viadotto Fontescodella a Macerata», Congresso CTA, 2001.
- Gillet G., Bouchon E., Le Faucheur D., Sablon J., Virlogeux M., Hoopah W., «Le Viaduc de Verrières», Bulletin 23, Ponts Metalliques, OTUA, 2004.
- Tavakoli F., «Nouveau pont sur le Rhône a Valence», Bulletin 23, Ponts Metalliques, OTUA, 2004.

per essere all'altezza

Tecnologia. Progetti accurati, tecnologie avanzate, installazione professionale, controlli severi.

Queste sono le chiavi Belletti per farvi entrare in un ascensore sicuro, confortevole e funzionale.

Per un prodotto all'altezza della migliore qualità.



Servizi. Assistenza tecnica preparata, interventi di manutenzione tempestivi e di alto livello, squadre di emergenza attive 24 ore su 24.

Questa è la soluzione Belletti per i problemi di funzionamento.

Per un servizio all'altezza di ogni situazione.



Personalizzazione.

Armonia e continuità di forme e colori, sensibilità per il design, attenzione alle finiture.

Questa è la filosofia Belletti per una risposta personalizzata e coordinata con l'architettura dell'edificio.

Per un'estetica all'altezza delle richieste del cliente.

BELLETTI®
ASCENSORI



Belletti srl
via Boccaccio, 7 Selvazzano PD
Tel. 049/89.75.594 ra Fax 049/63.32.94
www.bellettiascensori.it
Sistema Qualità Certificato dal 1997

Ex Ospedale S. Leonardo, Treviso

**Realizzazione di autorimessa
interrata a tre piani
Il sistema top-down**

L'intervento è situato nel centro storico di Treviso dentro le mura e consiste nel recupero del vecchio Ospedale San Leonardo con cambiamento di destinazione d'uso degli edifici del comparto in commerciale-direzionale-residenziale. Nell'ambito dell'intervento è stata prevista la costruzione di un'autorimessa interrata a tre piani che si sviluppa con un'impronta in pianta di circa 2.000 mq in parte racchiusa tra i fabbricati e in parte sottostante gli stessi. La costruzione di tale autorimessa ha incontrato non poche difficoltà sia progettuali che esecutive, dovendo sottostare ad un numero considerevole di vincoli tra cui la falda freatica a quota di circa -1,3 m da p.c. e una falda sottostante in pressione che creava un battente d'acqua di circa 10,50 m arrivando all'equilibrio piezometrico a circa 50 cm sopra quota piano campagna. Altre problematiche che si sono affrontate sono state: l'impossibilità di demolizione parziale o totale dei fabbricati limitrofi perché vincolati dalla Soprintendenza, la mancanza di spazio per la logistica e l'organizzazione del cantiere e la mancata possibilità di creare adeguata ventilazione naturale per la sicurezza antincendio vista la immediata adiacenza su tutto il perimetro dei fabbricati summenzionati nonché, poi, quanto oltretutto emerso nel corso dei lavori di costruzione visto che si sono dovuti operare scavi archeologici imposti dalla Soprintendenza per l'importanza storica del sito su cui sorgeva l'edificio.

Stefano Zanatta

Dirigente

Impresa Carron Cav. Angelo Spa



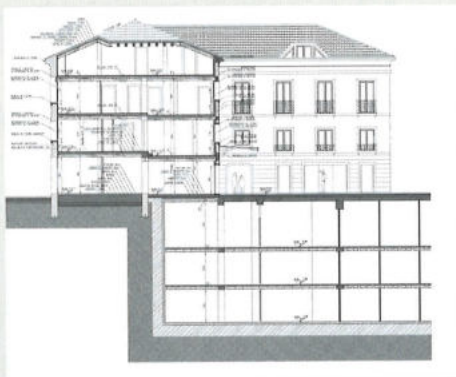
Prospetto storico dell'edificio.

Impostazione dello studio di fattibilità

Le principali difficoltà da superare, come anticipato nella premessa a lato, sono state ovviamente la presenza della falda in pressione e della falda superficiale in movimento verso i tre corsi d'acqua che circondano il comparto, nonché la problematica della ristrettezza dell'area su cui operare essendo circondata completamente da edifici vincolati.

L'ipotesi realizzativa prevedeva uno scavo fino a quota -11,00 m da p.c., ciò ha comportato la necessità di realizzare un tappo di fondo su tutta l'area avente spessore 5 m per bilanciare nella fase di scavo la sottospinta idraulica con un carico stabilizzante che desse sufficienti garanzie di coefficiente di sicurezza al sollevamento, nonché avesse anche funzione di barriera alla risalita dell'acqua. Per confinare l'acqua di falda perimetralmente, si è invece optato per una paratia in diaframma in c.a. di spessore 80 cm e profondità $h = 24$ m su tutto il perimetro a cielo libero a ridosso dei fabbricati, mentre per la parte sotto gli stessi si è realizzata una paratia in jet grouting a colonne $\varnothing 90$ cm compenstrate e armate vista l'impossibilità di accedere all'interno di tali fabbricati con i macchinari per diaframma considerato che le facciate, essendo vincolate, non potevano essere demolite per consentire il passaggio e la movimentazione di tali enormi mezzi.

Considerato poi che, dalla verifica progettuale, la sottospinta idraulica risultava maggiore dei carichi stabilizzanti, anche successivamente alla costruzione completa dei fabbricati, si è deciso di operare la realizzazione di pali a grande diametro (nel caso particolare aventi diametro 1200 cm e profon-



Il progetto.

dità 25 m) sotto la quota di fondo scavo in modo che, lavorando a trazione, potessero contribuire a incrementare le forze stabilizzanti con l'aggancio alla platea in modo tale da garantire un coefficiente di sicurezza adeguato al sollevamento a causa della sottospinta idraulica.

Altro fattore di difficoltà, più che altro operativa, è stata poi la ristrettezza degli spazi per la movimentazione e la logistica del cantiere per cui si è optato per la realizzazione dello scavo con il sistema top-down. La scelta di tale sistema è stata una conseguenza di tutti gli elementi al contorno di cui si è trattato in maniera succinta sopra. Primo fra tutti si è dovuto superare il problema della puntellazione delle paratie perimetrali che, nella fase finale di fondo scavo, avrebbero presentato una deformata inaccettabile nel caso non fossero state contrastate le spinte orizzontali con conseguente enorme rischio di cedimenti e/o scivolamenti dei fabbricati adiacenti. A questo punto, anche per risparmi economici non indifferenti, si è pensato di adottare il su citato sistema top-down in cui si è previsto di realizzare dapprima il solaio al piano terra (1° solaio) e quindi di scavare fino a quota sottostante circa 0,5 m il terzo solaio per poi proseguire fino a fondo scavo (quota -11,00 m da p.c.).

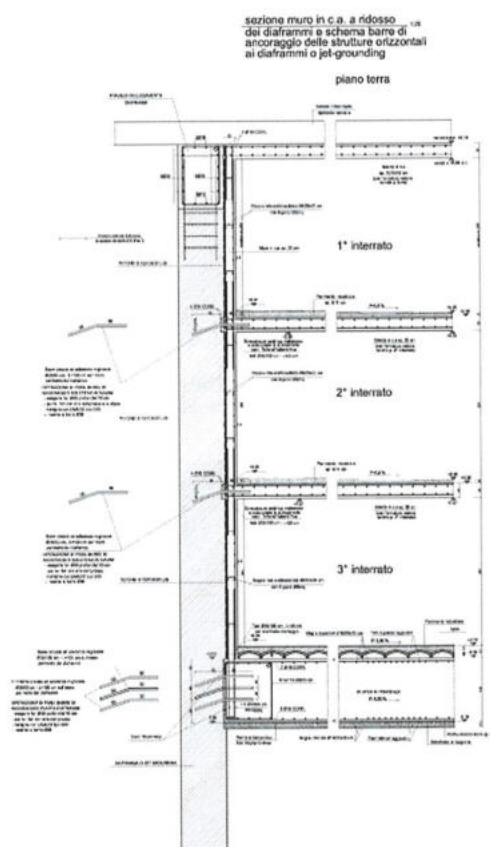
La procedura realizzativa delle opere in c.a. definitive prevedeva quindi il getto della platea di fondazione di spessore 110 cm e successivamente la messa in opera delle strutture in elevazione definitive (muri in c.a. e pilastri) fino al terzo orizzontamento per poi proseguire con quelle fino al secondo orizzontamento e quindi operare la realizzazione del secondo solaio per finire con le strutture in elevazione definitive fino al primo solaio (o di copertura).

Per consentire la realizzazione di tutto questo, i progettisti avevano previsto di realizzare solette in opera, considerata anche la irregolarità in pianta dei manufatti e il fatto di dover lasciare aperture di ventilazione sia provvisorie per i mezzi di scavo e la movimentazione dei materiali, sia definitive per la sicurezza antincendio.

A questo punto è sorta spontanea la domanda: come sostenere in modo provvisorio tali solai prima della esecuzione delle strutture di sostegno verticali definitive? Approfittando del fatto che serviva un aggancio aggiuntivo per tutto il manufatto, come sopra detto, con pali a gran-



Pianta con le diverse fasi di realizzazione del primo solaio con conseguente esecuzione dello scavo in top-down.



Sezione muro in c.a. a ridosso dei diaframmi e schema barre di ancoraggio delle strutture orizzontali ai diaframmi o jet-grouting.

de diametro, si è pensato di creare con essi una maglia di circa 6x6 m in corrispondenza delle travi principali portanti dei solai e di prolungarli con profilati metallici che fungessero da pilastri provvisori. Tali pilastri sono stati realizzati con tubi circolari in acciaio $\varnothing$ 50 cm collocati in corrispondenza degli allineamenti dei pilastri definitivi ma in posizione sfalsata sull'asse rispetto agli stessi perché sarebbero stati successivamente rimossi una volta realizzate le strutture in elevazione definitive.



Posa delle lastre Rep® del primo solaio.



Appoggio della prima porzione di solaio sui pilastri provvisori.



Vista dell'armatura integrativa dell'impalcato e posa dei tubi in pvc per il futuro getto delle strutture in elevazione dei piani sottostanti.



Particolari degli appoggi provvisori delle travi e lastre Rep® destinati alla successiva rimozione.



Particolari di appoggio delle travi Rep®.



Vista del completamento della prima area di solaio e inizio dell'attività di scavo col metodo top-down.

Scelta della soluzione del metodo Rep® per esecuzione del primo solaio a piano campagna

In considerazione di tutto quanto sopra esposto si è prefigurata la necessità di contenere i tempi di esecuzione e di trovare una soluzione che fosse al tempo stesso versatile e rispondente a tutte le caratteristiche richieste dagli elementi al contorno di cui si è accennato brevemente in precedenza.

A questo punto, analizzate varie soluzioni sotto l'aspetto sia tecnico che economico, si è optato per adottare il sistema Rep®. Tale sistema rispondeva alle caratteristiche richieste, che erano:



Vista del terzo solaio interrato.



Particolare di appoggio delle travi sui pilastri.



Il solaio già eseguito e utilizzato per lo stoccaggio dei materiali edili.



Il solaio già eseguito e utilizzato per lo stoccaggio dei materiali edili.

1. autoportanza, in modo da non dover operare la cassatura dell'impalcato e quindi di dover aspettare per il disarmo i consueti tempi di maturazione del calcestruzzo;
2. velocità di posa in opera;
3. rispondenza alle caratteristiche di resistenza al fuoco;
4. versatilità di utilizzo vista la flessibilità strutturale idonea a sopperire, come in questo caso, sia ad un iniziale schema statico provvisorio sia in fase finale a quello definitivo;
5. versatilità di adattamento alla particolare conformazione «non completamente planare» dell'impalcato;
6. contenimento delle dimensioni degli elementi strutturali;
7. idoneità a sostituire la «versione soletta in opera» nella sua funzione di contrasto alla deformazione della paratia in diaframma;
8. ottime caratteristiche di finitura dell'intradosso «a vista».

Andando a esplicitare, seppur schematicamente, i vantaggi connessi alle sopra indicate caratteristiche tecniche, li possiamo riassumere nell'elenco esposto di seguito:

1. l'autoportanza ha consentito una maggior velocità nel proseguo degli scavi in top-down e la possibilità di avere avuto quasi immediatamente ripristinate le aree per lo stoccaggio dei materiali;
2. la velocità di posa in opera ha permesso di recuperare tem-

po prezioso perso precedentemente a causa degli scavi archeologici;

3. la rispondenza alle caratteristiche di resistenza al fuoco prescritte ha consentito di non dover operare soluzioni aggiuntive con ovvio risparmio economico;
4. la versatilità di utilizzo e di adattamento non ha creato particolari disagi o difficoltà nella posa in opera rispetto all'iniziale soluzione prevista «in opera»;
5. analogo discorso è valso per il contenimento delle dimensioni che non hanno alterato il progetto rispetto alla versione approvata;
6. l'idoneità funzionale di contrasto alla deformazione della paratia ha consentito di non dover utilizzare ulteriori sistemi di puntellazione orizzontale con conseguente risparmio economico;
7. l'ottimo risultato di finitura dell'intradosso ha permesso di poterlo lasciare a vista senza ulteriori spese, se non la classica pitturazione, per renderlo esteticamente accettabile.

Nelle immagini riportate in queste pagine si possono vedere nei particolari le varie fasi in cui si è sviluppato il lavoro e le modalità adottate per la realizzazione dei manufatti in tutti i loro aspetti operativi. •

La novità Raftile® per i solai in cotto

Un progetto di ricerca e sviluppo

Franco Daniele
Direttore Commerciale
Tecnostrutture Srl

Il 3° Forum Trave Rep® ha rappresentato la terza tappa di un percorso di seminari sulle strutture miste, iniziato nel 2003 a Mezzocorona.

È stato il punto di partenza di una strada intrapresa allora con coraggio che è risultata senz'altro appropriata: lo dimostrano gli oltre 500 presenti alla terza edizione del forum.

Il perché di questi forum risiede nella convinzione che nel settore delle travi, a tutt'oggi in Italia, non sia stata fatta cultura a sufficienza ed incontri come i Forum Trave Rep® possono contribuire concretamente a sviluppare il dibattito attorno a questo prodotto, elemento fondamentale del costruire. Sono anche occasioni per capire le esigenze dei progettisti, studiando e testando di conseguenza soluzioni nuove e diverse, per contribuire a realizzare costruzioni più belle, più sicure, più sane perché in Italia c'è veramente bisogno di un'edilizia con qualità superiore.

Nel primo Forum Trave Rep®, Tecnostrutture aveva chiarito quali fossero le garanzie che dava ai progettisti e ai propri clienti e sulle quali tutto il suo management si impegna; la conferma della leadership qualitativa e tecnologica del sistema Rep®, un prodotto sicuro, un prodotto controllato, sistematicamente che si presenta sempre curato nei particolari e soprattutto costantemente all'avanguardia. Questa è la qualità che l'azienda desidera sia percepita dallo strutturista, dal direttore lavori, dall'utilizzatore. Qualità significa anche rigido rispetto, nel ciclo produttivo, delle prescrizioni contenute nelle norme di produzioni Rep®, che ogni licenziatario di questa tecnologia è contrattualmente, e soprattutto moralmente, impegnato a rispettare.

Annualmente l'azienda investe, affiancandosi a istituti universitari italiani, cifre consistenti in ricerca e innovazione di prodotto, perché Tecnostrutture crede che poter avere prodotti nuovi, sicuri, unici e diversi sia un dovere verso il mercato e soprattutto verso gli attori del mercato, quali i progettisti, tutelandoli per quanto compete all'azienda, da rischi inopportuni che attualmente tutti i soggetti corrono, tutti i giorni (tema che era stato analizzato dall'avvocato Grimani, nel suo intervento al Secondo Forum Trave Rep®, Fornitura di strutture portanti. Responsabilità Civile e penale del progettista, direttore lavori e dell'impresa; Mezzocorona, 23 settembre 2004).

In segno di continuità, rispetto a quanto intrapreso, viene presentato in occasione del 3° forum un nuovo step del lavoro di innovazione e ricerca intrapreso da Tecnostrutture: Raftile® Ecotrave.

È una trave nata dall'analisi dei bisogni di una casa più sana per l'utilizzatore finale, un prodotto semplice da montare e sicuro per il costruttore. Un prodotto controllato e dimensionato caso per caso che semplifica il lavoro di progettazione e costruzione.

Cos'è Raftile® nel dettaglio?

Raftile® è un'evoluzione della Trave Rep® a tutti gli effetti; ha una struttura tralicciata autoportante fissata con saldature strutturali all'armatura inferiore costituita principalmente da due tralici in FE510C.

Ogni particolare di questa trave ha una motivazione, studiata, ben precisa.

La particolare sagomatura delle ali laterali, ad esempio, garantisce un aggancio meccanico e sicuro a speciali elementi in cotto che caratterizzano la trave ed inoltre, le forature svasate verso l'alto permettono la creazione di funghi di malta, in modo da creare un aggancio meccanico, che va ad incrementare la resistenza a strappo del laterizio, già per altro garantita dall'adesività cementizia.

La parte centrale della trave è completata con getto di calcestruzzo, all'interno del quale vengono posizionate le eventuali ulteriori armature che servono in campata. Le due ali laterali hanno la doppia funzione di armatura in campata e di appoggio del solaio in fase di montaggio.

Tecnostrutture ha risolto la complanarità dei due elementi trave-solaio, studiando e brevettando dei semplici e robusti dispositivi d'appoggio: i reggisolaio, che permettono il montaggio sulle travi Raftile® di tutti i solai in cotto a noi noti.

Per brevità, i solai in cotto si possono distinguere in due famiglie: i solai tralicciati e i solai a pannelli prefabbricati senza traliccio.

3° FORUM TRAVE REP®
23 settembre 2003
MEZZOCORONA

Diventare leader per QUALITA' PERCEPITA

SISTEMA REP® L'EVOLUZIONE CONTINUA

1ª edizione

"... noi vogliamo essere per Voi leader di qualità percepita. Cosa significa Leadership in termini di qualità percepita? Significa che lo strutturista, il direttore dei lavori e l'utilizzatore, percepiscano nel Sistema Trave Rep® un prodotto sicuro, controllato sistematicamente che si presenta sempre curato nei particolari e soprattutto costantemente all'avanguardia nella tecnologia ..."

20 settembre 2005

Palazzo della Gran Guardia - Verona

Primo Forum Trave Rep®. Mezzocorona, 23 settembre 2003.

3° FORUM TRAVE REP®
23 settembre 2004
MEZZOCORONA

Impegno Aziendale sui temi di COMPETITIVITA' INNOVAZIONE E RICERCA

L'evoluzione della progettazione nelle opere strutturali: tecnologie, cambiamenti della normativa e responsabilità degli attori

2° FORUM REP®
23 settembre 2004
MEZZOCORONA

11° FORUM TRAVE REP®
23 settembre 2004
Palazzo della Gran Guardia - Verona

20 settembre 2005

Palazzo della Gran Guardia - Verona

Secondo Forum Trave Rep®. Mezzocorona, 23 settembre 2004.



Il marchio Raftile®.

Per i solai tralicciati è necessario il reggisolaio, mentre per i solai a pannelli prefabbricati l'appoggio è risolto semplicemente creando un dente sulla testata in fase di produzione come viene evidenziato: c'è un piccolo incasso di 2,5 cm che favorisce l'appoggio del solaio a pannello direttamente sul bordo della trave.

Per i solai tralicciati vengono forniti, invece, i reggisolaio che vanno inseriti sulla testa del travetto in fase di scarico, oppure direttamente dal produttore in fase di produzione. Il reggisolaio permette di creare il dente d'appoggio in modo da posizionare il solaio sulla trave, ottenendo così un intradosso perfettamente piano. Lo scasso che crea il reggisolaio, va a creare, una volta appoggiato sul travetto, sulla trave Raftile®, un intradosso perfettamente piano. Questa è la vera innovazione: avere un solaio in laterizio perfettamente piano e tutto omogeneo.

Il montaggio del sistema trave-solaio, si può quindi riepilogare semplicemente nelle seguenti fasi:

- prima fase: la trave Raftile® dal camion va direttamente in opera, quindi con un'unica manovra della gru, dal camion viene appoggiata direttamente sul pilastro, o sul pilastro e sulla muratura;
- seconda fase: c'è l'inserimento del reggisolaio nella testata dei travetti, ove non siano stati già preinseriti dal produttore;
- terza fase: posizionamento dei travetti e relativi interposti o direttamente del solaio tralicciato;
- quarta fase: qui è evidente la sinergia tra il nuovo prodotto Raftile® e il prodotto trave Rep®: posizionamento dell'armatura negativa della trave, con i tralicci Rep® TRC, che assolvono la doppia funzione di armatura del nodo e garantiscono, nel contempo, anche il confinamento del calcestruzzo, nonché la continuità della trave metallica. Il traliccio TRC va a confinare il calcestruzzo, una volta appoggiato, nel nodo e dà la continuità metallica della trave;
- quinta fase: posizionamento dell'armatura negativa del solaio e dell'armatura di ripartizione; a questo punto, non resta che il getto integrativo del solaio.

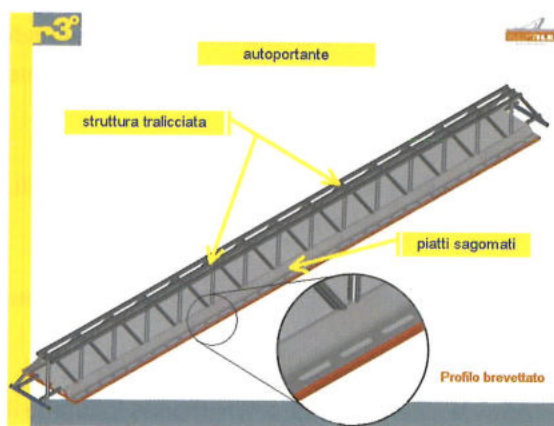
Raftile® Ecotrave può quindi essere considerata il migliore e ideale accoppiamento con qualsiasi tipo di solaio in cotto. È una soluzione assolutamente semplice, pratica, veloce e che dà indubbiamente dei vantaggi nel costruire, semplificando le operazioni.

I vantaggi garantiti da Raftile® Ecotrave possono essere così riassunti:

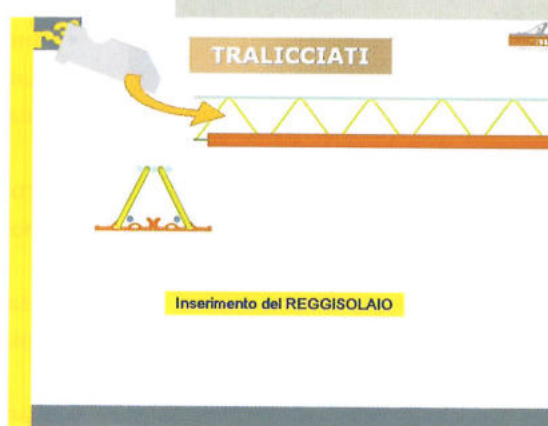
- Realizzazione di un intradosso perfettamente piano e omogeneo, tutto in laterizio e che favorisce l'aggrappo dell'intonaco su tutta la superficie.
- Miglioramento delle prestazioni termoacustiche e igrometriche dell'impalcato, evitando quindi le fasce di umidità, la condensa e i punti freddi che si formano nelle cucine e nei bagni favorendo la formazione di muffe nere.
- Eliminazione di puntelli provvisori: le travi Raftile® come tutta la gamma Travi Rep®, sono sempre autoportanti se stesse e la parte di solaio di competenza.



Raftile®, particolari.



Raftile® in dettaglio.



Raftile®, i reggisolaio.



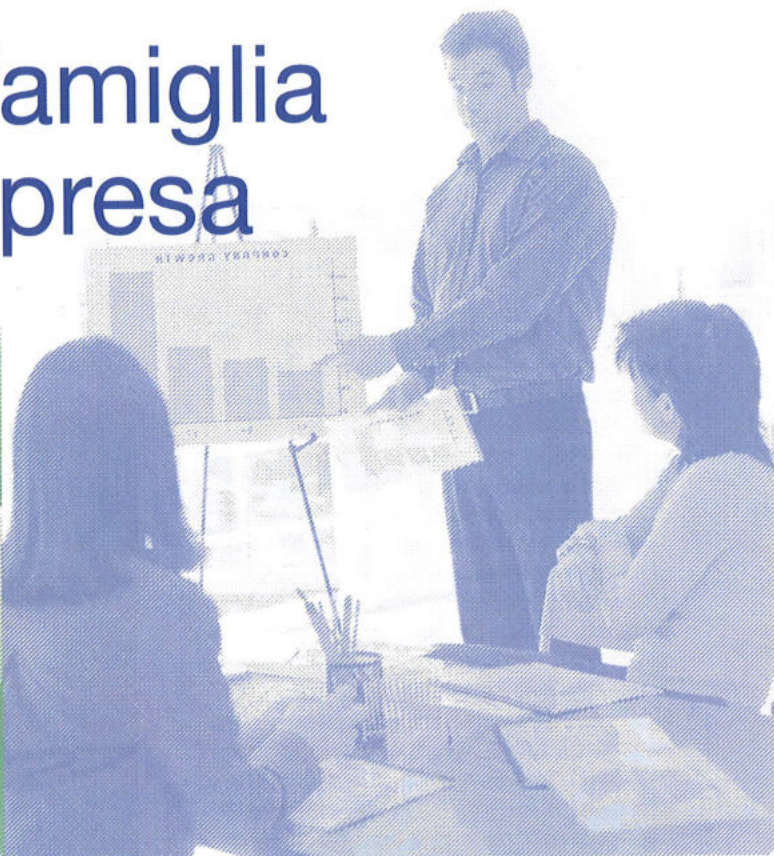
Intradosso realizzato con Raftile®.

- Il piano sottotrave è agibile da subito, permettendo di posizionare i materiali per il tamponamento ed eventualmente anticipare altre lavorazioni.
- Riduzione dei fattori di rischio ai sensi della 626 e 494 (come tutta la gamma Rep®).
- Riduzione drastica dei tempi e soprattutto delle fasi di lavorazione con conseguente riduzione degli imprevisti e dei costi di manodopera.
- Non serve più manodopera specializzata per realizzare le travi; serve semplicemente un gruista attento, bravo e dei semplici montatori in cantiere.
- Si agevola il compito di controllo del tecnico di competenza, che deve solo verificare la rispondenza tecnica agli elaborati, perché arriva una trave facilmente individuabile, con cartellino, quindi il lavoro diventa più semplice e più sicuro: non bisogna contare i ferri e non bisogna verificare i copriferri; si evitano tante fasi di incertezza in più.

Inoltre c'è una doppia garanzia: la garanzia della trave metallica e poi della trave mista, a differenza della trave in cemento armato che, pur essendo un buon prodotto, che ci ha accompagnato fino ad oggi, ha tutta una serie di imprevisti che oggi si possono verificare in cantiere, anche dati soprattutto dal tipo di manodopera utilizzata ora.

Si può ritenere quindi oggi che Raftile® Ecotrave sia un prodotto interessante, uno dei pochi realmente innovativo, negli ultimi anni, nel settore delle travi. •

Per la famiglia e l'impresa



Finanziamenti su misura per la famiglia
Servizi finanziari per investimenti d'impresa

Leasing

Prodotti assicurativi per la famiglia

Risparmio gestito

Gestioni patrimoniali

Internet Banking

Fondi d'investimento

Fondi pensione

Fondi immobiliari chiusi

SICAV

Servizi finanziari evoluti

Unit e Index Linked

Consulenza finanziamenti comunitari



Sant'Elena
BANCA DI CREDITO COOPERATIVO

Un credito di fiducia

www.santelenabanca.it

ABANO TERME

Viale G. Mazzini, 39 - T: 049 860.13.55
abano@santelenabanca.it

ALBIGNASEGO

Largo degli Obizzi, 20 - T: 049 862.60.73
albignasego@santelenabanca.it

ESTE

Piazza Trento, 7 - T: 0429 60.42.51
este@santelenabanca.it

GRANZE

Via della Libertà, 13 - T: 0429 69.07.50
granze@santelenabanca.it

LEGNARO

Via Romea, 39 - T: 049 64.10.44
legnaro@santelenabanca.it

LIMENA

Via delle Industrie, 15/A
T: 049 884.06.66
limena@santelenabanca.it

MONSELICE

Via Cadorna, 4 - T: 0429 752.82
monselice@santelenabanca.it

MONTEGROTTO TERME

Viale Stazione, 24 - T: 049 891.17.17
montegrotto@santelenabanca.it

PADOVA/GUIZZA

Via Guizza, 194 - T: 049 880.07.22
padova@santelenabanca.it

PADOVA/CENTRO

Corso Milano, 30/A - T: 049 876.18.32
padovacentro@santelenabanca.it

SARMEOLA DI RUBANO

Piazza L.E. Piscopia Cornaro, 10
T: 049 897.92.68
sarmeola@santelenabanca.it

SELVAZZANO DENTRO

Via Euganea, 9 - T: 049 63.71.11
selvazzano@santelenabanca.it

SOLESINO

Piazza Matteotti, 29 - T: 0429 77.00.75
solesino@santelenabanca.it

TRIBANO

Via Tiziano Vecellio, 31
T: 049 958.52.43
tribano@santelenabanca.it

VILLATORA DI SAONARA

Via Zago, 4
T: 049 879.21.71
villatora@santelenabanca.it

Le qualità ambientali del laterizio

Adolfo Baratta
Cattedra di Tecnologie dei Materiali
e degli Elementi Costruttivi
Facoltà di Architettura
Università di Firenze

Le Amministrazioni pubbliche di alcuni Paesi europei hanno elaborato delle regole per la valutazione della sostenibilità ecologica dei materiali edili e della loro applicazione.

Seppure solo parzialmente, anche l'Unione Europea si è mossa per riconoscere l'importanza di una trasformazione ecologica della produzione edilizia, prima con la Direttiva 89/106/CEE, «Direttiva del Consiglio del 21 Dicembre 1988 relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati Membri concernenti i prodotti da costruzione», sulla qualità anche ambientale dei materiali da costruzione e poi con il Regolamento 880/92/CEE, «Sistema comunitario di assegnazione di un marchio di qualità ecologica», che prevede la costituzione di un marchio europeo denominato Ecolabel per la certificazione dell'ecocompatibilità dei prodotti, non solo per l'edilizia. In estrema sintesi, la sostenibilità di un prodotto è definita dal suo impatto ambientale durante l'intero ciclo della sua vita: un prodotto è tanto più sostenibile quanto minore è l'impatto ambientale in termini di input (energia, risorse ecc.) e output (rifiuti ecc.) nelle fasi di estrazione, lavorazione, imballaggio, trasporto e distribuzione, posa in opera, uso e smissione.

La complessità e l'articolazione del settore produttivo rendono particolarmente difficile la valutazione della qualità ecologica dei materiali da costruzione e la stesura di «ecobilanci» che tengano conto delle numerose variabili.

Una nota pubblicità riguardante i materiali in laterizio recita «fatto solo con terra, acqua, aria e fuoco»: questo riuscito slogan pubblicitario evidenzia comunque come i prodotti in laterizio siano sani ed ecologici. Per valutare l'impatto ambientale di un prodotto avvalendosi del Life Cycle Assessment (LCA, Valutazione del ciclo di vita), una metodologia di analisi della produzione industriale, si deve considerare l'intero arco di vita così da stabilirne i diversi impatti sull'ambiente, diretti e indiretti.



Il recupero delle cave consente anche la rimodellazione del paesaggio.

Valutazioni ambientali in fase di produzione

La scelta del sito estrattivo è uno dei passaggi più delicati dell'intero processo di produzione dei laterizi: la loro localizzazione, se adeguatamente valutata, può contenere in maniera significativa gli effetti negativi sull'ambiente.

La scelta del sito della cava è condizionata da numerosi fattori che, partendo dalla qualità dell'argilla e dalle potenzialità di coltivazione, interessano la qualità del prodotto finito, i costi di lavorazione e di recupero dell'area.

L'apertura e gestione di una cava è regolamentata dal Piano Cave che periodicamente le Regioni approvano: tale Piano tiene conto delle caratteristiche del terreno e indica le aree da cui è possibile estrarre l'argilla.

Le attuali stime sulla disponibilità reale delle risorse a cui l'edilizia ha tradizionalmente attinto ha spinto i produttori di laterizi a cercare di risolvere il problema, riconnettendo in un circuito unitario e circolare i due poli estremi del ciclo di trasformazione e consumo del loro prodotto (risorse e rifiuti), allo scopo di utilizzare meglio le materie prime e non incrementare la già imponente massa di rifiuti.

Il ciclo produttivo dei laterizi prevede l'escavazione e la preparazione delle miscele argillose, la formatura, l'essiccazione e la cottura. Tali attività possono produrre degli scarti di lavorazione, la cui natura dipende dalle lavorazioni eseguite, dalle materie prime e dalle attrezzature utilizzate.

Il desiderio di ampliare la gamma di produzione rispetto alle disponibilità di deposito dell'azienda produttrice, oltre alla necessità di rispettare le sempre più severe direttive in materia di estrazione e ricostruzione del territorio, hanno creato le condizioni favorevoli per tentare l'aggiunta di materiali additivi all'impasto argilloso. Tutto ciò è reso possibile dalla eterogeneità degli impasti che, di norma, sono predisposti a tollerare la presenza di materiali di diverso tipo.

Questi additivi agiscono come materie prime ausiliarie o per migliorare le caratteristiche dei semilavorati, rendendone più facile la lavorazione, innalzandone le caratteristiche prestazionali e la qualità del prodotto finito.

In tale senso non si può certo parlare di innovazione, dato che nel corso della storia, per ottimizzare le materie prime e modificare le proprietà dei prodotti, più vol-

te sono stati impiegati diversi espedienti, primo fra tutti l'aggiunta di paglia sminuzzata nell'impasto di argilla, usata per ridurre inconvenienti nell'essiccazione e abbassare la densità dell'impasto ceramico cotto.

Nel rispetto delle norme esistenti è possibile avviare a riciclaggio gli scarti di lavorazione o attraverso il riuso da parte della medesima industria, o utilizzandoli come prodotti vendibili ad altri settori industriali o ad altri utenti.

Ciò apporta un considerevole beneficio ambientale in quanto non solo riduce gli oneri e i problemi connessi allo smaltimento, ma limita il consumo di risorse ed energia necessarie alla fabbricazione di prodotti aventi le stesse caratteristiche e non spreca quella incorporata nei materiali durante i processi che li hanno prodotti.

A tale proposito, scorrendo il D.Lgs. 05.02.1997, n. 22, «Attuazione delle direttive 91/156/CEE relativa ai rifiuti, 91/689/CEE relativa ai rifiuti pericolosi e 94/62/CEE relativa agli imballaggi e rifiuti di imballaggi», si scopre che l'industria dei laterizi, insieme ai cementifici e pochi altri soggetti, è nel ristretto elenco dei riutilizzatori privilegiati. Il settore dei laterizi nel 1998 ha prodotto 65.893 tonnellate di rifiuti a fronte di 256.411 tonnellate di scarti recuperati per un rapporto tra consumo e recupero di quasi 1 a 4, sicuramente tra i più alti in ambito produttivo.

A seconda delle caratteristiche richieste, le temperature di cottura degli elementi in laterizio oscillano tra i 900 e i 1150 °C.

L'incidenza del fattore energetico sulla determinazione del costo finale del prodotto finito ha sempre indirizzato gli operatori del settore a una continua ricerca per il miglioramento degli strumenti produttivi attraverso l'uso di nuove tecnologie e l'ottimizzazione del ciclo produttivo.

È possibile mettere a punto un sistema produttivo che non solo consumi meno energia ma, poiché ottimizzato nelle varie fasi e nei suoi comportamenti, che porti anche a costi di gestione minori. Le certificazioni ISO 9000 e ISO 14000, oltre alla procedura Emas, sono la dimostrazione di un interesse che consegue il risparmio energetico

con la riduzione del peso ambientale della produzione. I dati indicano che, attraverso questo processo di ottimizzazione in atto, la quantità di energia utilizzata per unità di prodotto nell'industria dei laterizi, dal 1985 al 2001 si è ridotta del 25% circa. Numero- se aziende recuperano l'energia prodotta e, in particolare, il calore dei forni per il riscaldamento dell'aria degli essiccatoi.

La diversa provenienza di materie aggiunte all'impasto originale contribuisce alla combustione con dei valori di potere calorico molto diversi, che vanno da un minimo di 350 kcal·kg⁻¹ (ceneri volanti) a un massimo di 4.500 kcal·kg⁻¹ (segatura): ovviamente le migliori prospettive concernono i materiali ricchi in sostanze organiche, in quanto la loro combustione in fase di cottura permette un risparmio energetico significativo anche se usati in quantità ridotte.

Relativamente al potenziale impatto ambientale dovuto alle emissioni di polveri e prodotti in fase di combustione, oramai tutti gli impianti produttivi presenti sul territorio nazionale sono dotati di sistemi di lavaggio dei fumi e abbattimento delle polveri.

Il miglioramento degli impianti e le scelte sui combustibili si sono tradotti in una diminuzione delle quantità di anidride carbonica emessa (circa il 16% in meno dal 1985 al 2001) e in una riduzione delle emissioni di CO₂ per unità di prodotto (circa il 35% dal 1985 al 2001).



Durante la fase di posa in opera gli elementi in laterizio non sono emissivi di sostanze nocive.

Valutazioni ambientali sulla fase di posa in opera

In relazione alla natura specifica del materiale, il cantiere in laterizio presenta un livello ridotto di rischio ambientale perché produce poche polveri e rifiuti, non implica cattivi odori e, in virtù di processi di messa in opera che raramente richiedono il ricorso a lavorazioni pesanti e l'impiego di macchinari speciali, generalmente è poco rumoroso.

Nella fase di approntamento del cantiere, lo stoccaggio dei prodotti in laterizio non richiede particolari accortezze, dal momento che i prodotti in argilla non comportano nessun rischio per gli operatori del cantiere e per quanti vivono o lavorano nelle vicinanze del cantiere stesso.

Lo stoccaggio e la movimentazione richiedono semplici operazioni di protezione degli elementi, quali la sistemazione su superfici piane e asciutte, in modo da evitare il diretto contatto col terreno e il conseguente assorbimento di sostanze che possano causare efflorescenze o scarsa adesione con le malte, e la protezione dalla pioggia, così da evitare il danneggiamento da gelo nei mesi invernali.

Analogamente, in fase di costruzione, pur essendo necessarie misure di protezione personale (quelle che rientrano nella pratica corrente come maschere, guanti, ecc.) il sistema non può essere considerato di grande impatto ambientale.

L'attività di costruzione produce comunque rifiuti che, se non correttamente gestiti, costituiscono la principale voce negativa nel bilancio ambientale di questa fase del procedimento: si tratta in generale di «rifiuti puliti», quali rimanenze di materiali (dovute ad esuberi negli ordini giornalieri), scarti di lavorazione, prodotti difettati e imballaggi. Per tali rifiuti inerti la normativa vigente consente il riutilizzo, previa valutazione della qualità ambientale, per la realizzazione di sottofondi, riempimenti e colmate, strati di fondazione, sistemazioni a verde ecc., con la conseguente riduzione del volume da conferire in discarica.

Anche in questa fase il principale elemento di valutazione nel consumo di risorse è costituito dall'uso di acqua, necessaria per la preparazione delle malte e degli intonaci e per la bagnatura del laterizio.

Valutazioni ambientali sulla fase d'uso

L'applicazione dell'LCA in fase di uso comporta un approccio integrato che mette in relazione l'uso del prodotto e l'uso dell'edificio in cui il prodotto è collocato. Gli impatti generati da un edificio in fase di uso sono circa dieci volte superiori a quelli generati in fase di produzione e costruzione, per cui aspetti quali le prestazioni e la durabilità del prodotto risultano prioritari.

Si consideri, inoltre, che è proprio nei luoghi confinati che l'uomo trascorre il 90% circa del proprio tempo.

Da alcuni anni, particolare attenzione è stata riservata al controllo dei rischi sanitari, misurando la qualità edilizia in relazione ai possibili disagi sulla salute generati dal costruito (sensazioni di malessere, fenomeni allergici, depressioni, stati d'ansia, stress ecc.).

Le recenti mobilitazioni dell'opinione pubblica sulla Sick Building Syndrome confermano questa crescente percezione dei rischi sanitari causati dagli inquinanti interni che portano alla valutazione di nuovi parametri quali l'emissione di composti organici volatili e semivolatili, l'emanazione di polveri, il comportamento all'umidità, la capacità di generare microrganismi, le emissioni radioattive ecc.

Relativamente all'impatto sulla qualità dell'aria, dalle ricerche condotte in molti Paesi europei si evince che i prodotti in laterizio si distinguono per una totale assenza di inquinanti durante la fase d'uso.

A partire dal gennaio 2006 la certificazione energetica degli edifici (Direttiva 2002/91/CEE sul rendimento energetico nell'edilizia) è obbligatoria e il consumatore deve utilizzare l'indicatore del consumo energetico (kWh/m² anno) per indirizzare la sua scelta abitativa, come avviene già da qualche anno nella provincia autonoma di Bolzano con le CasaClima.

Appare evidente come la regolamentazione termica abbia sempre più importanti ripercussioni sui materiali e i sistemi costruttivi: l'importanza data ai ponti termici, alla trasmittanza e alla inerzia termica è sempre maggiore.

Una progettazione energeticamente efficiente non può trascurare fattori quali, ad esempio, il ponte termico, così da determinare un adeguato benessere e comfort abitativo oltre che di risparmio energetico.

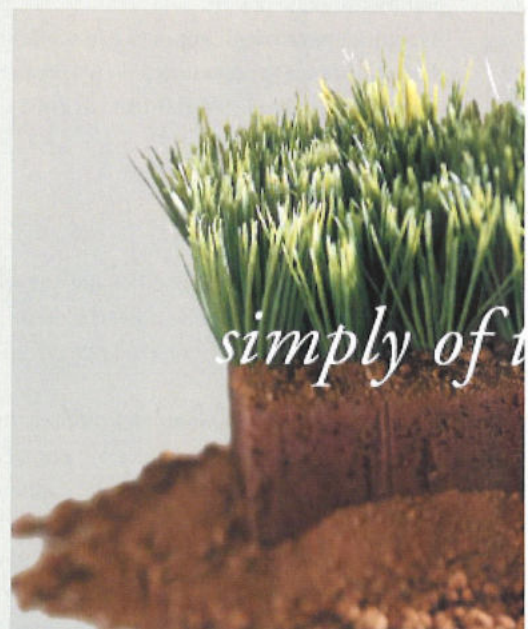
Il laterizio presenta anche un'elevata permeabilità al vapore, che consente di mantenere una buona qualità dell'aria negli ambienti confinati.

Una costruzione in laterizio presenta un ottimo rapporto costi ambientali/benefici, soprattutto se rapportata alla vita utile dell'edificio.

Inoltre, rispetto a molti altri materiali, i consumi energetici e di risorse, le emissioni e la produzione di inquinanti che caratterizzano le fasi di produzione e costruzione sono largamente riassorbiti dai risparmi energetici e dal basso impatto ambientale conseguiti durante la fase in uso.



Grazie alla scrupolosa tecnica di demolizione adottata per lo smantellamento della vecchia prigione di Saint-Omer, sono stati recuperati circa il 60% dei mattoni, che sono stati poi riutilizzati per la costruzione dei 49 alloggi del complesso Taviel.





Una nota pubblicità statunitense sottolinea come il laterizio venga realizzato soltanto con materiali assolutamente naturali.



Valutazione ambientali sulla fase di dismissione

Il sistema attualmente in uso di gestione dei rifiuti derivanti dalla demolizione degli edifici al termine della loro vita utile produce una quantità notevole di macerie miste contenenti laterizio.

Tali macerie possono essere comunque utilizzate in una serie di applicazioni, alcune delle quali sono già pratica corrente nel settore delle costruzioni.

Quando possibile, ad esempio, gli elementi in laterizio vengono riutilizzati: è questo il caso della cinquecentesca prigione di Saint-Omer in Francia da cui sono stati recuperati molti dei materiali impiegati per realizzare i 49 alloggi del complesso Taviel.

Perché tutto questo possa avvenire, il recupero non deve essere distruttivo bensì «sostenibile», dato che è necessario che i componenti mantengano la loro fisionomia iniziale per poter essere reimpiegati senza che le operazioni di ripristino diventino troppo lunghe e costose.

Una grande quantità di prodotti edilizi sono reperibili nei depositi delle diverse Borse dei rifiuti.

In assoluto, perché un prodotto riciclato sia accettato sul mercato deve rispettare almeno i seguenti requisiti:

- deve garantire un comportamento e delle prestazioni in opera non inferiori a quelle ottenute con prodotti tradizionali. Nel caso specifico di elementi in laterizio per pareti leggere, date le limitate prestazioni meccaniche richieste, la questione ha una scarsa rilevanza;
- il prezzo del prodotto riciclato deve essere competitivo con quello dello stesso prodotto ottenuto con materie prime. Purtroppo capita spesso che il costo della raccolta e del trattamento renda il prezzo delle materie prime seconde non concorrenziale con quello delle materie prime, ponendo così molti problemi di carattere tecnico per la quantità e le caratteristiche delle sostanze da trattare.

Di fronte a questi due aspetti di natura economica e funzionale la questione ambientale passa, purtroppo comprensibilmente, in secondo piano.

Tuttavia, verificate le caratteristiche tecniche quali, ad esempio, la resistenza a compressione, anche le macerie edilizie che non contengono elementi integrali possono essere riutilizzate.

Adeguatamente frantumato, il laterizio può essere trasformato in inerte e impiegato come tale per i riempimenti di scavi o la realizzazione di sottofondi di pavimentazioni e costruzioni stradali.

Il laterizio, sempre in qualità di inerte, può essere inoltre utilizzato anche per la produzione di elementi per murature o, come avviene abitualmente in molti Paesi europei, per la produzione di terra per campi da tennis.

Una delle soluzioni più indicate è quella che prevede l'impiego di laterizio frantumato come substrato per il giardinaggio (dalla terra alla terra).

Tutte queste soluzioni sfruttano però soltanto parzialmente le potenzialità del laterizio come materia prima seconda.

Le ricerche più avanzate in questo settore, anche se ancora in fase embrionale, come quelle effettuate nella solita Germania, si muovono in una nuova direzione: l'ambizioso traguardo è quello di concepire un nuovo elemento per murature realizzato interamente con laterizio riciclato.

Le prime prove in tale senso confermano che per la realizzazione di elementi con caratteristiche meccaniche contenute, quindi per elementi di partizione interna o tamponamento esterno, le qualità specifiche di questi prodotti garantiscono prestazioni non inferiori a quelle ottenute con i prodotti abituali.

Bibliografia essenziale

- AA.VV., «Guida all'industria estrattiva e al riciclaggio», IV edizione, Edizioni Pei, Parma 2002.
 ANDIL, «Secondo rapporto ambientale dell'industria italiana del laterizi», Edigraf, Roma 2005.
 ANDIL, «Laterizio e natura. La riqualificazione ambientale delle cave d'argilla», Edizioni Laterservice, Roma 2005.
 A. Bonadè, Lusignani G., «Cave di argilla: coltivazione, recupero ambientale, sicurezza», Andil, Roma 2000.
 S. Omodeo Salè, «Verde aureo dell'architettura», Maggioli, Rimini 1997.
 E. Rigamonti, «Il riciclo dei materiali in edilizia», Maggioli, Rimini 1996.

Laterizio I vantaggi per la salute

Eugenio De Carlo

Dirigente Medico presso la Clinica Medica III

Azienda Ospedaliera

Università di Padova

Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche

È noto come il mantenimento dello stato di salute risulti dall'equilibrio di più componenti legate all'individuo e ai suoi rapporti con il mondo esterno. Alcune di esse sono programmate al momento della nascita, nell'ambito del patrimonio genetico individuale, altre sono correlate a eventi successivi, quali l'esposizione ad agenti patogeni, l'adozione di differenti stili di vita, la permanenza in vari tipi di ambiente.

Per quanto riguarda l'ambiente di vita, le profonde modificazioni culturali e sociali hanno portato nel tempo all'incremento del numero di individui con abitudini prevalentemente urbane, favorendo l'insorgenza di alcune patologie tipiche di questo ambiente.

Attualmente la popolazione urbana trascorre dal 75 all'85% del tempo in edifici chiusi, pertanto essa è esposta a prolungate situazioni di «confinamento» talvolta dannose per la salute. Per definire le particolari condizioni fisico-chimiche e biologiche, cui la popolazione urbana è soggetta, si è affermato il concetto di microclima, vale a dire il clima che caratterizza gli ambienti confinati.

Classicamente il microclima risulta dalla combinazione di caratteristiche fisiche, quali la temperatura, l'umidità, la velocità dell'aria e la temperatura radiante; non deve essere tuttavia sottovalutato il ruolo delle sostanze chimiche volatili che vengono emesse dai materiali di costruzione e dagli arredi, come pure la presenza di polveri e sostanze irritanti, anche di origine biologica, che possono predisporre a varie malattie, fra le quali assumono particolare rilevanza quelle respiratorie.

Ci occuperemo in particolare, per la loro stretta connessione con le condizioni microclimatiche e con le proprietà dei materiali edilizi, di alcune entità di origine biologica denominate abitualmente muffe, acari e forfore animali. Per le loro minime dimensioni, parti di esse possono essere inalate superando la barriera difensiva costituita dal muco e dall'apparato ciliare ed esercitare nelle vie respiratorie effetti tossici/irritativi diretti o stimolare reazioni di tipo allergico (Zanussi C. 2002, Simoni M. *et al.* 2005).

Queste ultime sono mediate da particolari proteine del sangue, specifiche per l'allergene responsabile e denominate IgE, che inducono la liberazione acuta di mediatori chimici, soprattutto l'istamina, e successivamente di altre sostanze che mantengono uno stato di infiammazione persistente. Il corrispettivo clinico di tali eventi consiste, a livello respiratorio, in tre principali manifestazioni patologiche: rinite e congiuntivite allergica, asma bronchiale allergica.

Molto sinteticamente, la prima è caratterizzata da intensa secrezione nasale fluida, prurito nasale e starnutazione, la seconda da intensa lacrimazione e prurito oculare, la terza è potenzialmente più grave, portando a ostruzione delle vie respiratorie e talvolta compromissione degli scambi gassosi a livello polmonare, favorendo nel tempo l'insorgenza di condizioni cliniche gravi, quale l'insufficienza respiratoria cronica. È importante sottolineare come tali malattie possano frequentemente associarsi nello stesso soggetto, spesso seguendo una precisa sequenza temporale denominata marcia allergica, intersecarsi con altre malattie respiratorie quali otite, sinusite, poliposi nasale, predisporre alla patologia infettiva locale.

Prenderemo in esame i principali fattori responsabili di patologia allergica respiratoria e caratterizzanti gli ambienti confinati.

Le muffe

Le muffe sono il prodotto della crescita di varie specie di miceti su materiale organico umido. Esse sono costituite da filamenti intrecciati, denominati ife, da cui si dipartono alcune strutture specializzate dette sporangi, contenenti spore che vengono periodicamente liberate assicurando la riproduzione e propagazione del micete stesso. Le muffe sono in grado di parassitare vegetali (cereali e piante), ma si ritrovano anche sulle pareti e sui

soffitti delle abitazioni, nei condizionatori d'aria, nei tappeti, sulla carta da parati, nei dispositivi di umidificazione degli ambienti. La loro crescita negli edifici è facilitata da temperature comprese fra 18 e 32 °C, umidità relativa superiore al 65%, scarsa ventilazione. Nella tabella 1 sono elencate le principali specie di muffe/miceti in grado di determinare allergie respiratorie. Fra questi assumono particolare importanza pratica: *Alternaria alternata*, *Cladosporium notatum*, *Penicillium notatum*, *Aspergillus fumigatus*, *Candida albicans*, *Rhizopus nigricans*. Nelle figure 1 e 2 è riportato l'aspetto assunto da alcune strutture edilizie sulle quali si è verificata una estesa crescita fungina, per condizioni di particolare umidità o carenza di ventilazione e pulizia.

Gli acari

Gli acari della polvere, o dermatofagoidi, sono dei microrganismi delle dimensioni di circa 200 micron che si trovano frequentemente nei materassi, cuscini, coperte, poltrone e tappeti. Si sviluppano in condizioni di umidità relativa superiore al 70%, temperature di circa 20 °C, in presenza di scarsa illuminazione solare. L'allergia è prodotta da alcune sostanze presenti nelle loro deiezioni. La copertura dei materassi o l'uso di imbottiture in lattice non impediscono la crescita di tali microrganismi e non rappresentano una forma di prevenzione efficace, che può essere ottenuta soltanto con un'adeguata pulizia e con l'adozione di materiali edilizi e condizioni ambientali sfavorevoli alla loro crescita.

Le forfore animali

È noto che sostanze derivanti dalla desquamazione cutanea o dai peli di animali domestici, classicamente cane o gatto, possono indurre sensibilizzazione allergica. Tale problema può essere superato evitando la convivenza con tali specie animali in caso di sensibilizzazione allergica.

La diagnosi

La diagnostica delle allergopatie respiratorie comprende: 1) l'attenta valutazione dei sintomi clinici, che permette nella maggior parte dei casi di distinguere tali malattie da affezioni infiammatorie che colpiscono gli stessi distretti ma non sono a patogenesi allergica, 2) il dosaggio delle IgE totali e dei granulociti eosinofili, 3) l'esecuzione di test allergometrici specifici (test cutanei, RAST), in grado di identificare spesso il tipo di allergene responsabile, 4) in casi specifici studi allergologici più approfonditi.

L'intervento

Esistono numerose evidenze scientifiche che dimostrano come elevati livelli di miceti e polvere nell'ambiente domestico determinino una maggiore incidenza e persistenza di asma e atopia negli adulti (Matheson MC. *et al.* 2005). È stato inoltre dimostrato che risiedere o lavorare in edifici umidi determina l'insorgenza o l'esacerbazione di malattie respiratorie, anche allergiche, evidenziabili con test diagnostici specifici (Cox-Ganser JM. *et al.* 2005).



Figura 1. Pareti domestiche con crescita di muffe.



Figura 2. Doccia e rubinetteria con crescita di muffe.

Tabella 1. Principali muffe/miceti responsabili di allergopatie respiratorie.

<i>Alternaria alternata</i>	<i>Stemphylium botryosum</i>
<i>Cladosporium notatum</i>	<i>Aureobasidium pullulans</i>
<i>Penicillium notatum</i>	<i>Phoma betae</i>
<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Epicoccum purpurascens</i>
<i>Helminthosporium halodes</i>	<i>Trichoderma viride</i>
<i>Candida albicans</i>	<i>Curvularia lunata</i>
<i>Mucor racemosus</i>	<i>Pityrosporum orbiculare</i>
<i>Rhizopus nigricans</i>	<i>Cephalosporium acremonium</i>
<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Trichophyton</i>
<i>Fusarium moniliforme</i>	<i>Aspergillus niger</i>

Tabella 2. Profilassi ambientale anti-muffe e dermatofagoidi.

Arredo semplice, facilmente spolverabile
Tenere sempre pulito con un panno inumidito o panni elettrostatici cattura-polvere
Esporre le coperte al sole
Evitare moquette, tappeti, pedane, tendaggi, tappezzerie, poltrone e divani
Evitare i pelouche
Adottare coprimaterassi e copricuscini anti-acaro
Pulire il materasso con aspirapolvere 1 o 2 volte/settimana
Usare l'aspirapolvere, non la scopa!
Ridurre la condensazione del vapore acqueo sulle pareti domestiche:
• Rendere la casa asciutta e ben areata • Evitare la formazione di fessure nell'intonaco • Migliorare l'isolamento termico • Evitare la formazione di ponti termici (continuità dei materiali)

Bibliografia

- Zanussi C; *Trattato Italiano di Allergologia*. Selecta, 2002, Pavia.
- Simoni M, Lombardi E, Berti G, Rusconi F, La Grutta S, Piffer S, Petronio MG, Galassi C, Forastiere F, Viegi G; SIDRIA-2 Collaborative Group. Mould-dampness exposure at home is associated with respiratory disorders in Italian children and adolescents: the SIDRIA-2 Study. *Occup Environ Med*. 2005 Sep; 62(9): 616-22.
- Matheson MC, Abramson MJ, Dharmage SC, Forbes AB, Raven JM, Thien FC, Walters EH. Changes in indoor allergen and fungal levels predict changes in asthma activity among young adults. *Clin Exp Allergy*. 2005 Jul; 35(7): 907-13.
- Cox-Ganser JM, White SK, Jones R, Hilsbos K, Storey E, Enright PL, Rao CY, Kreiss K. Respiratory morbidity in office workers in a water-damaged building. *Environ Health Perspect*. 2005 Apr; 113(4):485-90.
- Von Mutius E. The rising trends in asthma and allergic disease. *Clin Exp Allergy*. 1998 Nov; 28 Suppl 5:45-9; discussion 50-1.
- Von Mutius E, Martinez FD, Fritzsche C, Nicolai T, Roell G, Thiemann HH. Prevalence of asthma and atopy in two areas of West and East Germany. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994 Feb; 149(2 Pt 1): 358-64.
- Yawn BP, Yunginger JW, Wollan PC, Reed CE, Silverstein MD, Harris AG. Allergic rhinitis in Rochester, Minnesota residents with asthma: frequency and impact on health care charges. *J Allergy Clin Immunol*. 1999 Jan; 103(1 Pt 1): 54-9.
- De Marco R, Bugiani M, Cazzoletti L, Carosso A, Accordini S, Buriani O, Carrozzi L, Dallari R, Giammanco G, Ginesu F, Marinoni A, Lo Cascio V, Poli A, Struzzo P, Janson C; ISAYA study group. The control of asthma in Italy. A multicentre descriptive study on young adults with doctor diagnosed current asthma. *Allergy*. 2003 Mar; 58(3): 221-8.
- Vermeire PA, Rabe KF, Soriano JB, Maier WC. Asthma control and differences in management practices across seven European countries. *Respir Med*. 2002 Mar; 96(3): 142-9.
- Leynaert B, Neukirch C, Liard R, Bousquet J, Neukirch F. Quality of life in allergic rhinitis and asthma. A population-based study of young adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000 Oct; 162(4 Pt 1): 1391-6.

L'intervento conseguente alla diagnosi comprende: 1) l'allontanamento dell'allergene responsabile; 2) la terapia farmacologica (antiallergici, broncodilatatori); 3) l'immunoterapia (somministrazione di vaccini); 4) una corretta educazione del paziente alla profilassi ambientale e alle modalità di riconoscimento precoce della malattia e delle sue ricadute. In tabella 2 sono riportate sinteticamente le strategie d'intervento ambientale in grado di limitare o prevenire l'insorgenza di allergie respiratorie negli ambienti confinati.

Nell'ambito di tali strategie d'intervento è stata posta in rilievo, negli ultimi anni, la scelta dei materiali impiegati nella costruzione e ristrutturazione edilizia. In particolare, le strutture in laterizio sembrano garantire qualità ottimali di coibentazione e di prevenzione della formazione di condensa, rendendo più difficile l'insediamento delle muffe e degli acari. Tali caratteristiche, unite al basso impatto ambientale del laterizio nella fase di produzione, nell'uso, nel recupero e nel riciclaggio, rendono tale materiale particolarmente ecocompatibile. Alcune strutture di recente introduzione, quali la Trave Rep®, uniscono le qualità specifiche del laterizio ad una tecnologia di costruzione e montaggio che riduce la formazione di fissurazioni dell'intonaco e di ponti termici, diminuendo la condensa e la crescita fungina o degli acari.

Ci si può domandare quale sia in realtà l'impatto sulla salute pubblica delle allergopatie legate agli ambienti confinati. In primo luogo si deve notare l'elevata prevalenza complessiva delle malattie allergiche, con percentuali pari al 10-20% nell'Europa Occidentale e Mediterranea (Zanussi C., 2002), e la crescita progressiva della loro incidenza (Von Mutius E., 1998). Tali eventi hanno una genesi multifattoriale che coinvolge l'esposizione a «nuovi antigeni», l'adozione del sistema di vita «occidentale» da parte di gruppi di popolazione sempre più vasti, la possibilità di eseguire una diagnostica allergologica più accurata (von Mutius E. *et al.*, 1994).

Per quanto riguarda in particolare l'asma allergica, essa è una delle patologie più diffuse al mondo, la sua prevalenza è in aumento soprattutto nei bambini, è una delle principali cause di assenza dal lavoro o dalla scuola, la sua gravità è in aumento e ciò comporta un maggior numero di pazienti a rischio di vita (Yawn BP. *et al.*, 1999). In Italia si stima che la spesa media annuale sostenuta dalla sanità pubblica per la diagnosi e cura dell'asma indotta da acari, muffe e forfore animali, sia superiore a 80 milioni di euro, con una prevalenza annua di circa 160.000 casi (de Marco R. *et al.*, 2003). Nei paesi industrializzati si calcola una spesa per l'asma pari all'1-2% della spesa sanitaria totale, ma oltre a questi costi «diretti» vi sono altri costi conseguenti alle limitazioni nelle comuni attività quotidiane, nella pratica sportiva, nella frequenza e nel rendimento scolastico e lavorativo. Tali limitazioni sono state recentemente rilevate e quantificate nell'ambito di un noto studio policentrico europeo, con un importante contributo italiano, denominato AIRE (Vermeire J. *et al.*, 2002). Anche il livello di qualità della vita (QoL), valutato considerando items sia fisici che mentali, appare significativamente ridotto nei pazienti affetti da rinite o da asma allergica (Leynaert B. *et al.*, 2000).

Da quanto detto emerge chiaramente come la dimensione del problema delle allergopatie legate agli ambienti domestici sia in realtà molto ampia e tale da richiedere interventi non solo in ambito strettamente sanitario.

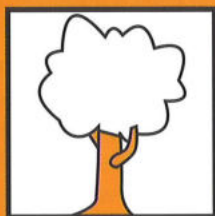
L'allontanamento dell'allergene è necessario e deve essere perseguito attivamente, sia rimuovendo gli allergeni con un'adeguata e corretta pulizia degli ambienti ed arredi, sia ostacolando la crescita dei microrganismi sulle pareti degli edifici. Ciò può essere ottenuto con una scelta attenta dei materiali impiegati nella costruzione/ristrutturazione edilizia e con altri accorgimenti volti a ridurre l'umidità e aumentare l'isolamento termico, il grado di ventilazione e l'esposizione solare degli ambienti.

È probabile che il livello di informazione a tale riguardo sia attualmente insufficiente, sia nella popolazione generale che nei pazienti portatori di allergia. È quindi auspicabile che queste soluzioni costruttive vengano rese maggiormente note al pubblico e anche agli operatori sanitari impegnati nella cura dei pazienti allergici. •

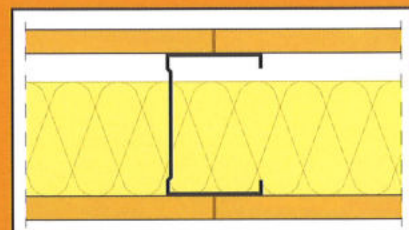
FERMACELL Gessofibra:

lastre per sistemi costruttivi a secco
a base di acqua, gesso e cellulosa

✓ Ecologico

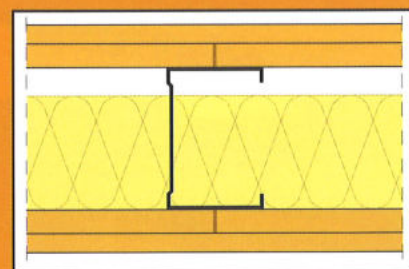


✓ Isolamento
acustico



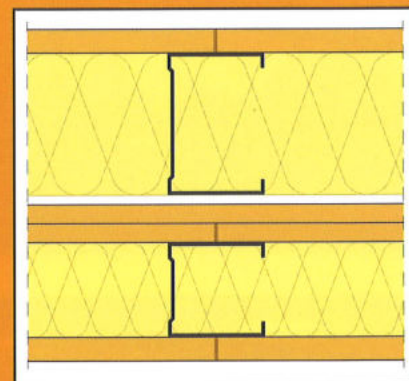
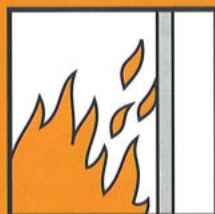
Spessore 10 cm $R_w = 52 \text{ dB}$

✓ Resistente
ai carichi



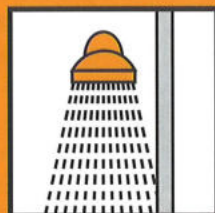
Spessore 12,5 cm $R_w = 60 \text{ dB}$

✓ Antincendio



Spessore 17,5 cm $R_w = 70 \text{ dB}$

✓ Resistente
all'umidità



**GioloCenter e FERMACELL i professionisti dell'alta
qualità nei sistemi di costruzione a secco**

Xella
Sistemi di costruzione a secco s.r.l.
Ufficio commerciale FERMACELL
Via Vespucci, 47
24050 Grassobbio (BG)
Telefono 035-45 22 448
Telefax 035-38 43 941
www.fermacell.it

GioloCenter s.r.l.
Via delle Industrie, 30
35020 Albignasego (PD)
Telefono 049-86 25 564
Telefax 049-86 28 056
www.giolocenter.it



xella

La nuova normativa sul risparmio energetico degli edifici: **il ruolo dei progettisti e degli enti locali**

Tavola rotonda 8 marzo 2006

Licia Barbarotto



Il continuo aumento del consumo di combustibili fossili, provocato dalla ripresa economica in atto in tutto il mondo, con conseguente lievitazione dei prezzi e crisi dell'offerta, pone il problema della riduzione delle risorse di combustibili fossili da una parte, e dello sviluppo della ricerca di fonti alternative dall'altra. In Italia il problema è aggravato dalla sempre maggiore dipendenza dalle importazioni: l'Italia è uno dei Paesi Europei a più alto indice di dipendenza in Europa: l'84,7% nel 2004.

L'8 marzo 2006 il Collegio degli Ingegneri della Provincia di Padova ha promosso una tavola rotonda per discutere, con tutti i soggetti interessati, sulle diverse problematiche introdotte dal D.Lgs. 192/05 «Attuazione della direttiva CCE relativa al rendimento energetico in edilizia». Come noto, il decreto si pone l'obiettivo di ridurre notevolmente il consumo energetico degli edifici e introduce nuovi criteri per la progettazione e la costruzione, oltre che l'obbligo dal prossimo ottobre, per i nuovi edifici, della certificazione energetica. Prima dell'entrata in vigore del D.Lgs. 192, riferimento primario in Italia in termini di risparmio energetico era la legge n. 10 del 9 gennaio 1991.

- L'ing. **Michele Sanfilippo**, coordinatore del Gruppo Termotecnico del Collegio e moderatore del convegno, ha precisato che lo scopo dell'iniziativa è quello di sostenere, attraverso il coinvolgimento e il confronto di tutti i soggetti interessati, l'applicazione efficace della nuova normativa; ha evidenziato come il successo del decreto non implichi solo la riduzione dei consumi energetici ma anche, se le scelte saranno adeguate, lo sviluppo economico e dell'occupazione del territorio; ha poi presentato i relatori e sintetizzato i temi degli interventi;

- L'ing. **Guido Cassella**, Presidente del Collegio, oltre a porgere i saluti agli intervenuti, ha presentato i diversi gruppi di studio, ha sottolineato l'importanza delle iniziative del Collegio rivolte alla cittadinanza e ricordato che il Collegio degli Ingegneri è aperto anche a non ingegneri.

- Il primo relatore, il prof. ing. **Piercarlo Romagnoni** (IUAV di Venezia), ha presentato i contenuti della direttiva europea 2002/91/CE e del D.Lgs. 192 del 19 agosto 2005, citando alcuni articoli e allegati del decreto. Il professore ha citato per esempio l'allegato C sui requisiti della prestazione energetica degli edifici, che presenta delle tabelle contenenti i valori limite della trasmittanza termica, espressi in funzione delle varie zone climatiche. Il relatore ha riservato i commenti al momento del dibattito.

- Secondo il prof. ing. **Roberto Zecchin** (Dipartimento di Fisica Tecnica dell'Università di Padova) la legge in questione ha avuto esiti modesti rispetto alle alte aspettative dei progettisti. Il professore ha fatto presente che già nella preesistente legge 10 si trattava il problema della certificazione, ma che in Italia è comunque sempre mancata la cultura del risparmio energetico, intesa come consapevolezza di una maggiore appetibilità sul mercato di edifici dotati di alto rendimento energetico, che cioè «consumano poco». Solo recentemente questa mentalità si è diffusa in alcune zone d'Italia (es. Alto Adige).

- L'ing. **Giovanni Curculacos** (libero professionista, delegato regionale AICARR) ha sostenuto che la pubblicazione del decreto D.Lgs 192/05 è stata affrettata, imposta solo dalla necessità di recepire in tempo la direttiva europea 2002/91/CE, senza ricadere nelle sanzioni previste. Il testo del decreto presenta però diversi aspetti di difficile o impossibile applicazione e si augura che quanto prima si provveda ad apportare le opportune modifiche e integrazioni.

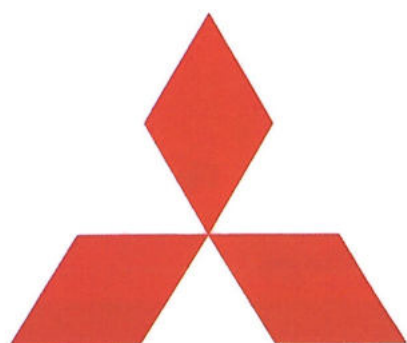
- L'ing. **Antonio Manfredini**, libero professionista, ha parlato della situazione normativa in Lombardia, regione in cui alcuni Comuni e Province hanno

proceduto a una regola autonoma in merito alla certificazione energetica. Per diffondere la cultura dell'efficienza energetica, la Provincia di Milano ha istituito un «Tavolo Energia & Ambiente», il quale ha pubblicato, in collaborazione con il Politecnico, una «Procedura operativa per la Certificazione energetica degli edifici», documento rivolto agli Enti preposti alla certificazione, ai soggetti delegati alla certificazione (tecnici certificatori) e ai progettisti. Essa fornisce un indice di prestazioni energetiche degli edifici e vuole garantire la massima semplicità e replicabilità, per evitare discrezionalità da parte dei certificatori, nel momento dell'applicazione. Il progettista, a cui rimane un ruolo centrale nel processo di certificazione, fornisce al certificatore una scheda tecnica dell'edificio; ogni certificatore deve ottenere, a parità di dati in possesso, lo stesso risultato mediante l'applicazione della procedura standard. Il certificatore deve quindi essere una figura indipendente, nominato per esempio dall'Amministrazione Comunale.

• Come l'ing. **Curculacos**, l'ing. **Alberto Conte** della Regione Veneto afferma che il D.Lgs. 192/05 è stato recepito temendo le sanzioni da parte della C.E., ma è un provvedimento che non ha precise indicazioni operative e sembra una sorta di rinvio alle competenze delle Regioni (già non erano chiare le procedure applicative della normativa vigente in Italia sull'isolamento termico, la legge n. 10 del 9 gennaio 1991). Perciò ora la Regione avanza in modo prudente per evitare che nell'ambito della certificazione si crei una babele di linguaggi, magari anche diversi da comune a comune. Il relatore ha individuato nella semplicità di applicazione il successo del Regolamento «Casaclima» a Bolzano, che comunque vede realizzati solo 200 edifici in tutto. La situazione è particolarmente critica per gli edifici costruiti tra gli anni '60 e '80, che costituiscono la gran parte del patrimonio residenziale veneto.

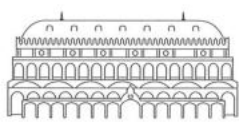
• **Francesco Biccato**, Assessore all'Ambiente del Comune di Padova, ha ripreso gli argomenti esposti dai precedenti relatori e ha osservato come spesso il contributo politico pervenga in ritardo o in anticipo nelle importanti questioni ambientali. In un momento in cui è necessario il blocco delle assunzioni e il contenimento delle spese, siamo affetti dalla crisi ambientale, energetica ed economica. Alla città di Padova e alla stessa Regione Veneto non mancano le competenze necessarie, ma la carenza di mezzi e le pressioni burocratiche non permettono di affrontare le emergenze ambientali. La Regione avanza «trainata» da Tedeschi e Olandesi, per quanto riguarda il settore energetico, ma non ha nulla da invidiare in tecnologia ai Paesi stranieri. L'Assessore ha infine sostenuto la sinergia tra Comune e Collegio degli Ingegneri, proponendo tra l'altro un tavolo tecnico, che potrà eventualmente essere convocato dalla Regione.

L'ing. Sanfilippo ha accolto pienamente la proposta e si impegnato a sviluppare l'iniziativa. Per una conclusione e un saluto, l'ing. Sanfilippo ha dato la parola all'ing. **Fabio Bonfà**, Presidente dell'Ordine degli Ingegneri, che ha sottolineato l'importanza della figura dell'ingegnere nell'ambito delle discussioni sul risparmio energetico, figura che non ha solo responsabilità tecniche, ma deve anche esercitare un'azione di stimolo nei confronti dei legislatori. L'ing. Bonfà ha ringraziato il Collegio e i relatori, e ha affermato la disponibilità dell'Ordine ad appoggiare nuove iniziative analoghe a questo convegno. Dopo gli interventi si è tenuto un dibattito che ha interessato in particolare gli aspetti relativi ai nuovi criteri di progettazione. •



mitsubishi ELECTRIC

CLIMATIZZAZIONE



Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Padova

la Bacheca del Collegio

A cura di Pierantonio Barizza



GRUPPI

• Ambiente

Promotori: ing. F. Squarcina
gruppoambiente@collegioingegneripadova.it

• Acustica

Promotore: ing. P. Caporello
gruppoacustica@collegioingegneripadova.it

• Arte20

Promotore: arch. M.B. Ravagnan
gruppoarte20@collegioingegneripadova.it

• Economico Estimativo

Promotore: ing. G. Marella
gruppoeconomico@collegioingegneripadova.it

• Edilizia

Promotore: ing. F. Pedrocco
gruppoedilizia@collegioingegneripadova.it

• Elettrico

Promotore: ing. F. Spolaore
gruppoelettrico@collegioingegneripadova.it

• Elettronico

Promotore: ing. Igino Mason
gruppoelettronico@collegioingegneripadova.it

• Geotecnico

Promotore: ing. P. Varagnolo
gruppogeotecnico@collegioingegneripadova.it/co

• Idraulico

Promotore: ing. S. Orio
gruppoidraulico@collegioingegneripadova.it

• Informatico

Promotore: ing. P. Foletto
gruppoinformatico@collegioingegneripadova.it

• Prevenzione Incendi

Promotore: ing. P. Valerio
gruppoprevenzioneincendi@collegioingegneripadova.it

• Urbanistica Pianificazione

Promotore: ing. P. Boschetto
gruppourbanistica@collegioingegneripadova.it

• Strutture

Promotore: ing. P. Barizza
gruppostrutture@collegioingegneripadova.it

• Termotecnico

Promotore: ing. M. Sanfilippo
gruppotermetecnico@collegioingegneripadova.it

• Redazione di «Galileo»

Direttore: prof. ing. E. Siviero
Codirettore: ing. P. Boschetto

Seminario **PONTEGGI IN SICUREZZA** • Padova, 5 maggio 2006 • Sede del Collegio

17,00	Pierantonio Barizza	Saluti
17,15	Giancarlo Coracina	Presentazione e finalità dell'incontro
17,30	Riccardo Zandonini	Problematiche attuali del settore dei ponteggi: norme, modellazioni, sperimentazioni
18,00	Adriano Floriani	Presentazione della tesi: «Analisi di piano e modellazione di elementi di piano per ponteggi prefabbricati» Premio Acai-Collegio degli Ingegneri di Padova 2004-2005
18,15	Roberto Ferrara	La sicurezza nei cantieri mediante un corretto utilizzo dei ponteggi

A seguito delle numerose richieste è in programmazione il

TERZO CORSO

PROGETTAZIONE DI EDIFICI AD ELEVATA EFFICIENZA ENERGETICA

Con il patrocinio della Federazione degli Ordini degli Ingegneri del Veneto
e del Collegio dei Periti Industriali di Padova

Auditorium dell'Ordine degli Ingegneri di Padova

con il patrocinio di

Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Padova

INARSIND
Padova

Collegio degli Ingegneri
della Provincia di Padova

Dipartimento di Fisica Tecnica
dell'Università di Padova

Informazioni dettagliate e programma sul prossimo numero di «Galileo»

PER ADESIONI E INFORMAZIONI SULLE INIZIATIVE PROGRAMMATE RIVOLGERSI ALLA SEGRETERIA

Collegio degli Ingegneri della Provincia di Padova

Piazza G. Salvemini 2, 35131 Padova • telefono e fax 0498756160 • e-mail segreteria@collegioingegneripadova.it

www.collegioingegneripadova.it

Orario di Segreteria lun. mart. giov. 17-19, merc. ven. 11-13.30

Soluzioni di Durabilità



CLASSE DI ESPOSIZIONE	XC	Corrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo
CLASSE DI ESPOSIZIONE	XD	Corrosione delle armature indotta dai cloruri
CLASSE DI ESPOSIZIONE	XS	CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DAI CLORURI DELL'ACQUA DI MARE
CLASSE DI ESPOSIZIONE	XA	Attacco chimico
CLASSE DI ESPOSIZIONE	XF	Attacco dei cicli gelo/disgelo



Calcestruzzi
Italcementi Group

A world class local business

Direzione di zona Veneto Friuli
Via Pierobon, 1
35010 Limena (PD)
Tel. 049 8840644
Fax 049 768522

www.calcestruzzi.it

VHDRS® CarFib

SISTEMI RAZIONALI DI RIPARAZIONE ANTICORROSIONE E DI RINFORZO CON MATERIALI COMPOSITI

	Prodotto	Descrizione	Impiego
RIPARAZIONE E PROTEZIONE ANTICORROSIONE PER CLS ARMATO	MuCis® mia 200	Inibitore di corrosione migratorio a funzione multipla per impregnazione protettiva delle superfici di strutture in cls armato presistenti.	Raccomandato per tutte le strutture in cls armato o precompresso particolarmente soggetto a condizioni estremamente aggressive.
	MuCis® Protezione Ferro	Boiacca protettiva ad alto potere passivante per il trattamento dei ferri d'armatura contenente sinergie multiple anticorrosione MuCis®.	Trattamento anticorrosione dei ferri di armatura dopo scarifica e prima del ripristino.
	MuCis® BS 38 bic MuCis® BS 38/39 bic MuCis® BS 39 bic	Malte reoplastiche bicomponenti fibrorinforzate antiristruttivo ad altissima adesione con possibilità di modulazione del modulo elastico da 8.900 a 22.300 Mpa. Contengono sinergie multiple anticorrosione MuCis®.	Ripristini e rasature anticorrosione per cls e murature.
	HFE tec TIXO 200 HFE tec PAV 360	Malte speciali ad alta energia di frattura: TIXO 200: bicomponente, tixotropica per applicazioni verticali Modulo Elastico: 15.000 Mpa – Energia di Frattura: 21.000 N/m PAV 360: bi o tricomponente per applicazioni orizzontali Modulo Elastico: 21.000 Mpa – Energia di Frattura: 37.000 N/m	Elevatissima duttilità. Su nuove costruzioni o per il ripristino strutturale di cls armati degradati e murature in zone sismiche o strutture soggette a sollecitazioni dinamiche.
ADESIVI EPOSSIDICI	Tecnoepo R	Stucco adesivo epossidico bicomponente a presa rapida, tixotropico per riparazioni, stuccature ed ancoraggio di prigionieri.	Rasature e regolarizzazione di superfici in cls e murature.
	Tecnoepo 700	Primer epossiamminico per la preparazione e consolidamento di superfici di strutture da rinforzare con sistemi CarFib .	Primerizzazione della superficie che ospiterà il rinforzo in composito, previa regolarizzazione della stessa.
	Tecnoepo 701 Tecnoepo 701/L	Adesivi epossidici per l'incollaggio di sistemi CarFib .	Adesivo del composito per incollaggio al supporto. In caso di tessuto l'adesivo deve impregnare completamente i fili.
	Tecnofib C240 Tecnofib C390 Tecnofib C640	Tessuto in fibra di carbonio unidirezionale termosaldati. Tecnofib C240: Resistenza a trazione: 4800 MPa - Modulo elastico: 240 GPa Tecnofib C390: Resistenza a trazione: 3000 MPa - Modulo elastico: 400 GPa Tecnofib C640: Resistenza a trazione: 2500 MPa - Modulo elastico: 640 GPa	Rinforzi di strutture in c.a. e c.a.p., murature, strutture a guscio, archi murari, strutture di contenimento liquidi.
TESSUTI E LAMINE	Tecnofib AC170	Tessuto in fibra ibrida di carbonio/aramide unidirezionale termosaldato. Resistenza a trazione: 3800 MPa Modulo elastico: 171 GPa	Rinforzi di strutture soggette a vibrazioni, quali ponti, strutture ferroviarie, murature e strutture a guscio.
	Tecnofib G73	Tessuto in fibra di vetro tipo AR unidirezionale termosaldato. Resistenza a trazione: 2000 MPa Modulo elastico: 73 GPa	Rinforzo di murature, tamponature, strutture a guscio, colonne, solai.
	Tecnofib P29	Tessuto in fibra di polivinilalcol unidirezionale termosaldato. Resistenza a trazione: 1400 MPa Modulo elastico: 29 GPa	Rinforzo di murature, tamponature, strutture a guscio, colonne, solai.
	Tecnofib CW240	Rete di carbonio bidirezionale termosaldato. Resistenza a trazione: 4800 MPa Modulo elastico: 240 GPa	Rinforzo di strutture a prevalente comportamento a lastra come solai, volte, pareti in muratura.
	Tecnoplate S sottovuoto	Lamine di tessuto unidirezionale di carbonio in diversi formati, prodotta sottovuoto. Resistenza a trazione: 2400-3600 MPa Modulo elastico: 177-270 GPa	Rinforzi di strutture in c.a. e c.a.p., murature, solai, strutture a guscio, strutture di contenimento liquidi.
	Tecnoplate P pultruse	Lamine pultruse unidirezionali in fibra di carbonio in diversi formati. Ottenute mediante processo di pultrusione di filato ed impregnazione con resina epossidica. Resistenza a trazione: 3350-3750 MPa Modulo elastico: 165-195 GPa	
	Tecnobolt®	Tondino in fibra di carbonio ottenuto mediante processo di pultrusione di filato ed impregnazione con resina epossidica. Resistenza a trazione: 3350-3750 MPa Modulo elastico: 165-195 GPa	Monconatura di volte e cupole in muratura, cucitura lesioni su murature e archi in muratura, rinforzo a flessione per strutture lignee.



TECNOCHEM®
ITALIANA S.p.A.

TECNO ECO®
LOGIC CHEM